DIE

# CHAETOGNATHEN

IHRE

ANATOMIE, SYSTEMATIK UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE.

EINE MONOGRAPHIE

VON

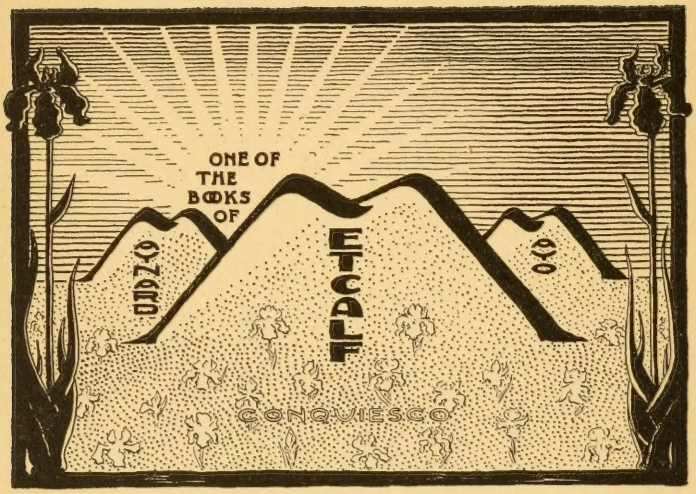
**Dr. OSCAR HERTWIG,**
A. O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT 6 TAFELN.

---

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDR. MAUKE.
1880.

MILANO
NAPOLI, PISA
LIBRA


ONE OF
THE
BOOKS
OF
ETCALF
CONQUIESCO

# STUDIEN

ZUR

# BLÄTTERTHEORIE

VON

Dr. O. HERTWIG und Dr. R. HERTWIG,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT JENA.

---

HEFT II.

## DIE CHAETOGNATHEN

IHRE ANATOMIE, SYSTEMATIK UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE.

---

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDR. MAUKE.
1880.

Maynard M. Metcalf
The Woman's College
Baltimore, Md.

QL
H

DIE

# CHAETOGNATHEN

IHRE

ANATOMIE, SYSTEMATIK UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE.

MBL/WHOI
MBL/WHOI
0 0301 0030607 2

EINE MONOGRAPHIE

VON

**Dr. OSCAR HERTWIG,**
A. O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT 6 TAFELN.

---

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDR. MAUKE.
1880.

# Inhalt.


Seite

Einleitung . . . . . 1

**Specieller Theil** . . . . . 4

**I. Geschichte der Chaetognathen** . . . . . 4

**II. Anatomie und Histologie der Chaetognathen** . . 9

1) Das Integument . . . . . 12
Die Epidermis . . . . . 12
Die Stützplatten, Stacheln und Greifhaken des Kopfes . . . . . 15
Die Flossen . . . . . 16
Die Drüsenzellen . . . . . 17
2) Die Sinnesorgane . . . . . 19
Die Tastorgane . . . . . 19
Die Augen . . . . . 22
Das Geruchsorgan . . . . . 25
3) Das Nervensystem . . . . . 28
4) Die Muskulatur . . . . . 41
Bau der Kopfkappe . . . . . 46
5) Der Darmkanal mit seinen Mesenterien . . . . . 49
6) Die Geschlechtsorgane . . . . . 51
Die Eierstöcke . . . . . 51
Die Hoden . . . . . 54

**III. Das System der Chaetognathen** . . . . . 57

Die Gattung Sagitta . . . . . 59
1) Sagitta hexaptera (D'Orbigny) . . . . . 59
2) Sagitta lyra (Krohn) . . . . . 61
3) Sagitta magna (Langerhans) . . . . . 62
4) Sagitta tricuspidata (Kent) . . . . . 62
5) Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard) . . . . . 63
6) Sagitta serratodentata (Krohn) . . . . . 64


30880

Seite

Die Gattung Spadella . . . . . 66
1) Spadella cephaloptera (Busch) . . . . . 66
2) Spadella draco (Krohn) . . . . . 71
3) Spadella hamata (Möbius) . . . . . 73
Tabellarische Uebersicht der Chaetognathen . . . . . 74

**IV. Entwicklungsgeschichte der Chaetognathen . . 76**

**Allgemeiner Theil . . . . . 99**

**Ueber die Stellung der Chaetognathen zur Blättertheorie 99**
1) Die Chaetognathen und die Coelenteraten . . . . . 100
2) Die Chaetognathen und die Würmer . . . . . 103

**Literaturverzeichniss . . . . . 105**

**Tafelerklärung . . . . . 109**

Zu den morphologischen Aufgaben, welche noch einer weiteren Bearbeitung bedürfen, gehört die Frage nach der Genese der Leibeshöhle. Dieselbe ist in ein neues Stadium getreten, seitdem uns Kowalevsky in seiner Entwicklungsgeschichte der Sagitta gezeigt hat, dass die herrschende Lehre, nach welcher die Leibeshöhle als ein Spaltraum im mittleren Keimblatt entstehe, nicht überall zutrifft. Denn bei Sagitta entwickelt sich die Leibeshöhle durch einen eigenthümlichen Einfaltungsprocess des Darmdrüsenblattes, des Entoblasts, sie ist weiter nichts als ein abgeschnürtes Divertikel des Urdarms.

In den zehn Jahren, die seit dieser Entdeckung verflossen sind, hat die Lehre von der Spaltbildung mehr und mehr an Allgemeingültigkeit verloren. Wie die embryologischen Untersuchungen der neueren Zeit und namentlich wieder die ergebnissreichen Arbeiten Kowalevsky's gelehrt haben, stehen die Sagitten keineswegs isolirt da; ganz Aehnliches lässt sich noch in einigen anderen Thierabtheilungen, bei den Echinodermen, bei den Brachiopoden und beim Amphioxus lanceolatus beobachten.

Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse müssen wir also zwei verschiedene Bildungsweisen der Leibeshöhle annehmen, 1. eine Entstehung durch Spaltung und 2. eine Entstehung durch Einfaltung oder mit anderen Worten, wir müssen mit Huxley zwischen einem Schizocoel und einem Enterocoel unterscheiden. Die hohe Bedeutung, welche diese Unterscheidung für das Verständniss der thierischen Organisation besitzt, ist bis jetzt noch nicht recht gewürdigt worden, dieselbe scheint mir aber vorzugsweise eine doppelte zu sein: Erstens ist es in systematischer Beziehung von Werth zu wissen, in welchen Abtheilungen des Thierreichs

das Coelom durch Einfaltung, in welchen durch Spaltbildung entsteht, denn je nachdem das eine oder andere stattfindet, werden die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Thiere zu einander beurtheilt werden müssen. Zweitens scheint mir die verschiedene Bildungsweise des Coeloms für den ganzen morphologischen Aufbau des Organismus von tief eingreifender Bedeutung zu sein. Wie ich später noch im Einzelnen nachzuweisen gedenke, wird je nach der Genese des Coeloms auch die Entwicklung des Mesoblasts und des Mesoderms, der Körpermusculatur, der Geschlechts- und Excretionsorgane, eine verschiedene sein. Es wird daher das Studium der Coelombildung auch auf die Weiterentwicklung der Blättertheorie seinen Einfluss ausüben müssen.

Diese und ähnliche Erwägungen bildeten den Ausgangspunct für meine Untersuchung der Sagitten. Um durch eigene Beobachtungen mit der Entstehung der Leibeshöhle durch Einfaltung des Entoblasts bekannt zu werden, schien mir das geeigneteste Object die Sagitta zu sein, an welcher Kowalevsky den Process zuerst mit aller Deutlichkeit verfolgt hat; auch wurde bei ihrer Wahl der Umstand mit maassgebend, dass sie unter den mit einem Coelom ausgestatteten Würmern bei dem Mangel des Blutgefässsystems und der wenig ausgeprägten Gliederung des Körpers unstreitig eine sehr tiefe Stufe einnimmt. Meine Aufgabe war zu zeigen, in welchem Verhältniss bei einem Thiere mit Enterocoel die einzelnen Organe und Gewebe zu den beiden primitiven Keimblättern stehen. Um diese Aufgabe zu lösen, konnte ich mich auf das Studium der Entwicklungsgeschichte nicht beschränken, sondern ich musste auch die Anatomie und Histologie des fertigen Thieres mit untersuchen, da eine genaue Kenntniss derselben auch auf die Entstehung der Theile Licht wirft.

Messina mit seiner reichen pelagischen Fauna, wo ich mich im Frühjahr 1879 aufhielt, war zur Erreichung dieses Zweckes ein sehr geeigneter Ort und bot mir trotz der im Allgemeinen sehr ungünstigen Witterung im Grossen und Ganzen ein reiches und constantes Beobachtungsmaterial dar. Während eines 8wöchentlichen Aufenthaltes hatte ich Gelegenheit, mit fünf verschiedenen Arten von Chaetognathen bekannt zu werden, von welchen vier sehr häufig waren, eine indessen nur in einigen wenigen Exemplaren im pelagischen Auftriebe aufgefunden wurde. Hierdurch bin ich veranlasst worden, auch der Systematik der Chaetognathen, welche noch nicht im Zusammenhang behandelt worden ist, einen besonderen Abschnitt zu widmen. Später erfuhr der systemati-

sche Theil noch eine Erweiterung dadurch, dass ich conservirtes Sagittenmaterial zur Untersuchung erhielt von den Herren Professoren E. Haeckel und K. Möbius, welchen ich für ihre freundliche Unterstützung meinen besten Dank sage.

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit wurden hauptsächlich in Messina im Frühjahr 1879 von mir angestellt. Hier dienten mir zum anatomisch-histologischen Studium vorzugsweise die Sagitta hexaptera (D'Orbigny) und die Sagitta bipunctata (Quoy und Gaimard). Erstere empfiehlt sich wegen ihrer beträchtlichen Grösse zur Anfertigung von Flächen- und Zerzupfungspräparaten, letztere ist dagegen, weil von geringer Grösse, mehr zur Anfertigung von Durchschnitten geeignet. Weniger eingehend wurden die anderen Arten (Spadella cephaloptera und Sp. draco) untersucht. Zur entwicklungsgeschichtlichen Beobachtung benutzte ich die kleinen Sagittenarten, an welchen auch Kowalevsky seine Entdeckungen gemacht hat. (Sagitta bipunctata, S. serrodentata.)

Beobachtungslücken, welche bei dem einmaligen und kurzen Aufenthalt am Meer nicht zu vermeiden waren, wurden an Material, das in verschiedener Weise conservirt war, noch in Jena, soweit es ging, nachträglich ausgefüllt.

## I. Geschichte der Chaetognathen.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtete der Holländer Martin Slabber (46) im Meere einen wenige Linien grossen durchsichtigen Wurm, welchem er den recht passend gewählten Namen Sagitta oder Pfeilwurm gab. In einer kleinen Schrift: „Physicalische Belustigungen oder microscopische Wahrnehmungen in- und ausländischer Wasser und Landthierchen" veröffentlichte er eine kurze Beschreibung und fügte derselben eine Abbildung bei, welche bei mehrfacher Vergrösserung die äussere Gestalt nur sehr ungenau wiedergibt, indem Greifhaken und Flossen fehlen. Von inneren Organen wurden allein die Eierstöcke gesehen. Mehr als 50 Jahre vergingen darauf, ohne dass die Entdeckung Slabbers von anderer Seite eine Bestätigung fand; erst im Jahre 1827 führten Quoy und Gaimard (43) unter einer grossen Anzahl neu aufgefundener Meerthiere auch eine 4—5 Lin. lange Sagitta bipunctata auf, welche sie in der Strasse von Gibraltar gefischt hatten; sie beschrieben an ihr zwei Paar seitliche Flossen und eine Schwanzflosse, die Eierstöcke und am Kopf „zwei Augenflecke und seitwärts zwei Dinge wie Palpen."

Von jetzt ab wurden die Sagitten unter dem mächtigen Aufschwung, welchen in der Mitte dieses Jahrhunderts das Studium der Meerthiere nahm, von Jahr zu Jahr häufiger ein Gegenstand immer sorgfältigerer Untersuchung. D'Orbigny (41) unterschied in seinem grossen Werk: „Voyage dans l'Amérique méridionale" 3 Arten von Sagitten, welche er in allen Meeren und namentlich zur Nachtzeit in grossen Mengen angetroffen hatte, und er benannte sie nach der Anzahl der Flossen Sagitta diptera, triptera und hexaptera. Forbes (12) beschrieb eine an den britischen Küsten vorkommende Art und Charles Darwin (9) untersuchte auf seiner Erdumseglung die Sagitta hexaptera.

Alle diese Arbeiten haben indessen unserer Kenntniss vom Bau der Sagitten nur geringfügige Einzelheiten hinzugefügt und mussten alsbald ganz in den Hintergrund zurücktreten hinter einer Monographie des verdienstvollen Krohn (27), welche im Jahre

1844 unter dem Titel „anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata“ veröffentlicht wurde. In dieser Schrift hat Krohn eine ganz vorzügliche und bis in's Einzelne äusserst sorgfältige Darstellung vom Bau der Sagitten gegeben. Nicht allein die leichter zu erkennenden Verhältnisse brachte er in's Klare, den Bau des Kopfes, der Flossen, des Darmkanals, der Geschlechtsorgane, der Muskulatur, sondern er drang auch mit Erfolg in die schwierige Anatomie des Nervensystems ein; er entdeckte das obere Schlund- und das Bauchganglion sowie 2 kleinere Ganglien zwischen den Kopfmuskeln und verfolgte die von ihnen ausstrahlenden Nervenstämme. Wenn wir von der Histologie absehen, so sind es nur wenig anatomische Verhältnisse, welche der Sorgfalt und dem Beobachtungstalent von Krohn entgangen sind, und gering ist die Anzahl der Punkte, in denen ihm Irrthümer nachgewiesen werden können.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen von Krohn's Schrift haben uns Wilms und Busch vollständige und recht sorgfältige Sagittenanatomien geliefert. Unter der Leitung von Johannes Müller untersuchte Wilms (49) die Helgoländer Sagitta und beschrieb dieselbe in seiner 1846 veröffentlichten Dissertation: „Observationes de Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente.“ Wenn Wilms auch wegen der Kleinheit seines Objectes in der Erkenntniss des Nervensystems hinter Krohn zurückgeblieben ist, so hat er auf der anderen Seite einige neue Verhältnisse aufgedeckt; er beobachtete zuerst einen neben dem Ovarium verlaufenden und von Krohn übersehenen Kanal, den Oviduct, und die über die Hautoberfläche hervorstehenden Borsten, welche er Aculei nannte.

Die Arbeit Busch's (5), die Frucht einer grösseren in den Jahren 1849 und 1850 angestellten Reise nach den Orkney Inseln und dem Mittelmeer, handelt über eine neue interessante Art, die Sagitta cephaloptera. An der Rückenseite des Kopfes entdeckte Busch ein flimmerndes Organ (Räderorgan), welches bei allen anderen Sagitten zwar auch vorhanden, aber bis in die neueste Zeit allgemein übersehen worden ist. Zugleich gab er Veranlassung zu einer Controverse über das Nervensystem der Sagitten, welche erst in der Neuzeit als endgültig abgeschlossen betrachtet werden kann und von verschiedenen Forschern geführt worden ist. Er glaubte nämlich irriger Weise die nervöse Natur des von Krohn entdeckten Bauchganglions in Abrede stellen zu müssen, weil es in der Epidermis lagere. Obwohl Krohn (28 und 29) mit

Modifikation eines einzigen Punktes seine früheren Angaben über das Nervensystem der Sagitten aufrecht erhielt (1853) und obwohl Souleyet (10 p. 652—654) und der englische Forscher Busk (6 p. 18 und 19) bestätigende Beobachtungen veröffentlichten (1856), rief trotzdem Meissner (37a) wieder neue Zweifel wach (1857). Nach ihm sollten die Sagitten Wirbelthiere sein und wie diese ein Hirn- und Rückenmark besitzen, welches über einer Chorda dorsalis gelegen sei. Indessen schon nach einem Jahre wurden die irrthümlichen Beobachtungen Meissner's durch Leuckart und Pagenstecher (34) in einer kleinen Abhandlung über die Sagitta germanica sowie durch Leuckart (32) allein in den von ihm verfassten Jahresberichten widerlegt und es wurde die Richtigkeit der Krohn'schen Angaben von Neuem bestätigt.

Aber auch hiermit war die Controverse noch nicht beendet. Noch im Jahre 1862 kam Keferstein (23) wiederum auf die Ansicht Busch's zurück, dass das Bauchganglion nur eine Verdickung der Epidermis, ein Bauchsattel, sei. Die jüngsten Arbeiten von Kowalevsky und Langerhans haben endlich in der viel discutirten Angelegenheit den Ausschlag gegeben. Kowalevsky (26) hat zum ersten Male die Ganglien histologisch genau untersucht und Langerhans (30) hat auf Grund sorgfältiger Untersuchung eine Gesammtdarstellung vom Nervensystem gegeben, durch welche die in vielen Einzelheiten bisher unbestätigt gebliebenen Untersuchungen Krohn's bewahrheitet und hie und da auch erweitert worden sind.

Wenn nach den grundlegenden Schriften von Krohn und Wilms auf dem Gebiete der Anatomie nur wenig Neues zu Tage zu fördern war, die Histologie aber im Ganzen unberücksichtigt blieb, so erfuhr dagegen die Sagittenliteratur wichtigere Bereicherungen durch systematische und vornehmlich durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen.

Was die zunehmende Artenkenntniss anlangt, so wurde die von Busch entdeckte Sagitta cephaloptera von Claparède 1863 wieder aufgefunden und in seinem Werk über die „an der Küste von Normandie angestellten Beobachtungen (7)" gut abgebildet. Ausserdem ist dieselbe Art noch von Pagenstecher (42) als Sagitta gallica und von Giard (16) als Sagitta Batziana kurz beschrieben worden. Eine Anzahl neuer Arten beobachtete Krohn (29) während eines Aufenthaltes in Messina und nannte sie Sagitta serrodentata, S. lyra und S. draco. Letztere ist eine besonders auffällige Form, welche manche Eigenthümlichkeiten an sich hat.

Ferner beschrieb Lewes (35) in seinen Naturstudien eine Sagitta Mariana, Kent (24) eine Sagitta tricuspidata, Ulianin (48) eine Sagitta pontica und neuerdings hat Möbius (38) bei der faunistischen Untersuchung der Nord- und Ostsee eine neue Art entdeckt und Sagitta hamata benannt.

Die Entwicklungsgeschichte der Sagitten hat Gegenbaur (14 und 15) zuerst mit Erfolg in Angriff genommen und die hierbei erzielten Resultate im Jahre 1856 in den Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle veröffentlicht. Zunächst berichtigte er daselbst ein Versehen von Charles Darwin (9), welcher 1844 in seinen „Observations on the structure and propagation of the genus Sagitta“ pelagische Fischeier für Sagitteneier gehalten und Fischembryonen als Sagittenembryonen beschrieben hatte. Alsdann werden die Theilungsstadien, das Stadium der Blastula und der Gastrula in Wort und Bild von Gegenbaur gut dargestellt; dagegen sind ihm die späteren Vorgänge im Entwicklungsleben, Bildung des secundären Darms, des Mundes und der Leibeshöhle unklar geblieben, desgleichen die Art und Weise, wie sich die Gastrula aus der Blastula entwickelt.

Ueber alle diese Verhältnisse haben die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Kowalevsky's (26) vollen Aufschluss gegeben; sie haben gezeigt, dass die Gastrula durch Einstülpung gebildet wird, dass sich der Darm und die Leibeshöhle durch Einfaltung des Entoblasts der Gastrula anlegen, dass der Urmund sich schliesst, der bleibende Mund neu entsteht, dass die Muskulatur vom Entoblast abstammt. Wenige Jahre später hat die ausgezeichnete Arbeit Kowalevsky's eine Bestätigung und eine Ergänzung durch Bütschli (1) erfahren, welcher den Ursprung der Geschlechtsorgane bis zu dem Gastrulastadium zurück verfolgt hat. In jüngster Zeit sind endlich noch die vollkommen durchsichtigen Sagitteneier von Fol (11) und mir (18) auf die Vorgänge bei der Reife, Befruchtung und Theilung untersucht und sind hierbei die zwei leicht zu übersehenden Richtungskörper entdeckt worden.

Ueber die systematische Stellung der Sagitten oder Chaetognathen sind die Ansichten der Forscher von Anfang an weit auseinandergegangen. Während Slabber die Sagitta zu den Würmern rechnete, liessen Quoy und Gaimard es unentschieden, ob sie ein Zoophyt oder ein Mollusk sei. D'Orbigny erklärte sich für ihre Molluskennatur und ordnete sie den Heteropoden unter. Seinem Beispiel folgten Troschel (47), Siebold (45)

und Burmeister (4). Mit dem Erscheinen der Arbeit von Krohn trat indessen eine Wendung in der systematischen Beurtheilung der Sagitten ein, indem man immer mehr ihre Verwandtschaft mit den Mollusken aufgab und anstatt dessen bei den Würmern einen Anschluss suchte. Aber auch hier fielen die Ansichten der einzelnen Forscher noch sehr verschieden aus. Während Krohn die meiste Uebereinstimmung bei den Anneliden fand und die Sagitta ein den übrigen Genera derselben schroff gegenübergestelltes Genus bilden liess, plaidirte Oersted (40) für eine Verwandtschaft mit den Nematoden und sprach Huxley (21) die Meinung aus, dass die Sagitten in die Nähe der Tardigraden gehören. Endlich schufen Leuckart (32), Gegenbaur, Harting und Andere aus ihnen eine ganz selbständige Abtheilung der Würmer und liessen sie gleichsam eine Mittelstellung zwischen Anneliden und Nematoden einnehmen, eine Ansicht, welche seitdem sich wohl die meisten Anhänger erworben hat. Gegenbaur (13 1ste Aufl.) nannte die neugeschaffene Abtheilung die Oesthelminthes, Harting (17) die Pterhelminthes und Leuckart (32) die Chaetognathen. Zur Bezeichnung der Ordnung behalte ich diesen letzteren Namen bei, da ihm die Priorität zukommt und er sich in der Literatur allgemein eingebürgert hat.

Aber auch jetzt noch ist, wie Huxley (20 p. 599) in seiner Anatomie der wirbellosen Thiere bemerkt, „die richtige Stellung der Chaetognathen im System noch immer ein ungelöstes Problem“. Claus bespricht in seinen Grundzügen der Zoologie die Sagitten wegen der nahen Verwandtschaft bei den Nematoden. Bütschli (2) erkennt solche nahe Beziehungen nicht an und erklärt die Sagitta für ein gegliedertes Thier, das sich den Anneliden nähere; auch hält er es nicht für unmöglich, dass „der nähere Anschluss an diejenigen Formen zu suchen sei, die eine ähnliche Umformung des Entoderms zeigen (Echinodermen, Tunicaten etc.)“ und neuerdings (3) erblickt er in den Brachiopoden ihre nächsten Verwandten. Langerhans (30) greift die alte Ansicht von der Molluskennatur wieder auf. „Wegen des Nervensystems sollen sich die Sagitten weit von allen anderen Würmern entfernen und vielmehr zu bestimmten Molluskenformen in Beziehung zu bringen sein.“ Huxley (20 p. 599) endlich lässt verschiedene Möglichkeiten gelten, hält es aber für das Wahrscheinlichste, dass die Chaetognathen eine selbständige, mit den niederen Arthropoden verwandte Abtheilung sind.

## II. Anatomie und Histologie der Chaetognathen.

Die Chaetognathen sind mehr oder minder cylindrische Körper, die sich nach hinten allmählich in eine Spitze verjüngen und nach vorn mit einem deutlich abgesetzten Kopf versehen sind. (Taf. I, Fig. 1—9.) Von anderen Würmern unterscheiden sie sich schon äusserlich durch den Besitz seitlicher flossenartiger Anhänge und durch die besondere Bewaffnung ihres Kopfes.

Durch die Flossen (f.[1] f.[2] f.[3]) gewinnen sie eine gewisse Aehnlichkeit mit kleinen durchsichtigen Fischchen, daher denn auch in Messina, wie Krohn (27) angibt, die Sagitta hexaptera von den Fischern Spadella benannt wird. Die Anzahl der Flossen ist bei den einzelnen Arten eine verschiedene; für alle constant ist nur die unpaare Schwanzflosse (f[3]), welche das zugespitzte hintere Körperende umsäumt und das wichtigste Locomotionsorgan vorstellt, mit dessen Hülfe sich die Sagitten schnell wie ein Pfeil durch das Wasser schnellen. Sie gleicht äusserlich der Schwanzflosse eines Fisches mit dem Unterschied, dass diese vertikal, jene horizontal ausgebreitet ist. Zu ihr gesellen sich in der Regel noch 1—2 Paar seitliche Flossen hinzu, die in den Seitenlinien entspringen und horizontal vom Körper abstehen.

Ein zweites leicht in die Augen fallendes Merkmal bietet die Bewaffnung des Kopfes dar, welche zum Namen Chaetognathen Veranlassung gegeben hat. Bei dem sonst so einfachen Thiere sind ziemlich complicirte Greifapparate entwickelt, welche sich nach ihrer verschiedenen Form, Lage und Function als Greifhaken und Stacheln unterscheiden lassen.

Die Stacheln (Taf. I, Fig. 16—19 z) sind klein, grad und kegelförmig, sie sind in zwei bis vier Reihen um die Mundöffnung angeordnet; gewöhnlich liegen zwei Reihen von 5—7 Stacheln dicht bei einander auf zwei kleinen Vorsprüngen am vorderen Rande des Kopfes, die zwei andern Reihen, welche 7—15 Stacheln etwa enthalten, schliessen sich durch einen kleinen Zwischenraum getrennt seitlich an sie an. In jeder Reihe sind die Stacheln in der Mitte am grössten, während sie nach den beiden

Enden zu, wo sie wahrscheinlich immer neu erzeugt werden, kleinere Dimensionen annehmen.

Die Greifhaken (Taf. I, Fig. 16, 17 v, Fig. 10 und 11), deren Zahl sich auf acht bis zehn beläuft, übertreffen an Grösse, da sie fast so lang als der Kopf sind, um ein Vielfaches die kleinen Stacheln. Sie lassen sich passend einer Sichel vergleichen, sind wie diese ihrer Länge nach, je nach den Arten, mehr oder minder gekrümmt und mit einem schneidenden concaven Rand und einer scharfen Spitze versehen. Sie entspringen in grosser Entfernung vom Mund ganz hinten am Kopf an der linken und rechten Seite desselben (Taf. II, Fig. 2—3 und Fig. 7 v) und sind in einer schrägen Reihe — die grössten wieder in der Mitte — nebeneinander angeordnet. Wenn der Greifapparat sich in Ruhe befindet, so sind die zu einer Reihe gehörigen Greifhaken so zusammengelegt, dass sie sich mit ihren Seitenflächen berühren, mit ihrem concaven Rand sich der Seitenwand des Kopfes dicht anschmiegen und mit ihren spitzen Enden bis an die Mundöffnung heranreichen (Taf. I, Fig. 16). Das ändert sich aber, wenn das Thier gereizt wird oder sich anschickt seine Beute zu erfassen (Taf. I, Fig. 17). Dann werden sowohl die kleinen Stacheln am Eingang zur Mundhöhle nach aussen gekehrt, als auch werden die in der Ruhe zusammengelegten Greifhaken aufgerichtet und der Art auseinander gespreizt, dass sie mit ihren spitzen Enden divergiren und von der Seitenwand des Kopfes weit abstehen. In diesem Zustand sind sie allein vollständig zu übersehen und gut zu zählen.

Mit dem Greifapparat hängt noch eine besondere Einrichtung zusammen, welche gleichfalls nur dem Kopfe der Sagitten eigenthümlich ist und seit der grundlegenden Arbeit von Krohn als Kopfkappe (kk) bekannt ist. Dieselbe besteht aus zwei dünnen Hautfalten, aus einer rechten und einer linken, welche auf der dorsalen Seite des Kopfes beginnen und von hier auf die ventrale Seite übergreifen und daselbst in einander übergehen (Taf. I, Fig. 16 u. 17. Taf. II, Fig. 1—3, 7 kk). Auf der dorsalen Seite entspringen die beiden Falten in geringer Entfernung von der Medianlinie und parallel zu ihr fast in ganzer Länge des Kopfes, dessen vorderes Drittel, in welchem das obere Schlundganglion ($g^2$) liegt, allein frei bleibt. Ihre Ausbreitung nach abwärts erfolgt entsprechend einer Linie, welche die Grenze von Kopf und Rumpf anzeigt. Die Hautfalten sind so gross, dass sie fast den ganzen Kopf einhüllen, ventral bis zur hinteren Grenze des Mundes her-

anreichen und jederseits die langen Greifhaken (v), wenn dieselben zusammengelegt sind, mit Ausnahme ihrer spitzen Enden vollständig bedecken. Die Kopfkappe muss sich den Bewegungen der Greifhaken anpassen. Während der Action derselben wird sie nach hinten zurückgestreift, um dann später, wenn der Greifapparat wieder ausser Function tritt, sich über ihn und den grössten Theil des Kopfes wie ein Vorhang herüber zu legen.

Bei der Characteristik des inneren Baues der Chaetognathen wollen wir von der Leibeshöhle (c) ausgehen, die einerseits bis in das Ende des Schwanzes hineinreicht, andererseits sich auch in den Kopf hinein fortsetzt. Sie wird bei den kurzen und gedrungenen Arten, wie z. B. bei der Spadella cephaloptera (Taf. I, Fig. 6) durch die inneren Organe fast vollständig ausgefüllt, bei anderen dagegen ist sie sehr geräumig, so namentlich bei der Sagitta hexaptera (Taf. I, Fig. 4). Wenn sie bei dieser eröffnet wird, so collabirt das Thier, die ursprünglich prall gespannten Wände fallen durch das Ausfliessen der im Inneren eingeschlossenen Flüssigkeit zusammen und werden faltig.

Die Leibeshöhle der Sagitten ist kein einheitlicher Raum, sondern wird durch zwei dünne quere Scheidewände (st) in drei gegen einander vollkommen abgeschlossene Theile zerlegt. Die erste Scheidewand findet sich an der Grenze von Kopf und Rumpf, die zweite an der Grenze von Rumpf und Schwanz. Mit Recht hat daher Bütschli (1) bemerkt, dass der Körper der Sagitten in drei Segmente abgetheilt ist. Dieselben wollen wir fortan als Kopf-, Rumpf- und Schwanzsegment, sowie die in ihnen enthaltenen Theile der Leibeshöhle als Kopf-, Rumpf- und Schwanzhöhle unterscheiden.

Durch den Kopf und Rumpf allein verläuft der gerade gestreckte Darmkanal. Er beginnt mit einer schmalen Mundöffnung (o), einem Längsspalt, der etwa halb so lang als der Kopf ist und die untere Fläche desselben vom vorderen Rande beginnend einnimmt (Taf. I, Fig. 16 u. 17 o). In seinem ganzen Verlauf ist er von links nach rechts etwas zusammengedrückt, so dass sein Querschnitt oval oder gar bandförmig ausfällt (Taf. II, Fig. 2 u. 3). Im Kopfsegment ist er sowohl dorsal als ventral mit den Wandungen der Kopfhöhle unmittelbar verbunden, so dass diese durch ihn vollständig in eine linke und rechte Hälfte geschieden wird. Im Rumpfsegment verläuft der Darmkanal in gerader Richtung bis an die zweite Querscheidewand und mündet dicht vor derselben an der ventralen Fläche durch den After aus. Er

halbirt die Rumpfhöhle ähnlich wie die Kopfhöhle in zwei seitlich neben einander gelegene Räume. Bei den kleineren Arten nämlich wie der Spadella cephaloptera (Taf. II, Fig. 6) und Sagitta serrodentata (Taf. II, Fig. 9) befestigt er sich unmittelbar an der ventralen und dorsalen Mittellinie des Rumpfes längs eines schmalen Streifens, bei anderen Arten dagegen, wo er viel kleiner als das geräumige Leibesrohr ist, heftet er sich vermittelst eines besondern dünnen, oberen und unteren Mesenterium an die Rumpfwandungen in der Mittellinie des Rückens und Bauches an.

Obwohl in dem Schwanzsegment das Nahrungsrohr fehlt, ist trotzdem auch hier eine Längsscheidewand, ein Schwanzseptum, vorhanden, welches den Binnenraum in eine linke und rechte Höhle scheidet (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 sl. Taf. II, Fig. 4 sl.). Dasselbe liegt in der unmittelbaren Verlängerung des Darms und seiner Mesenterien und setzt so gewissermaassen diese Theile direct nach rückwärts fort.

Von inneren Organen sind bei den Chaetognathen allein noch die Geschlechtsdrüsen zu erwähnen, da Nieren, Herz und Blutgefässe fehlen. Jedes Individuum ist mit zwei Eierstöcken (e) und mit zwei Hoden (ho) versehen (Taf. I, Fig. 3, 4 u. 6). Die Eierstöcke füllen die Rumpfhöhlen mehr oder minder aus; die Hoden dagegen haben sich in den Wandungen der Schwanzhöhlen entwickelt. Bei den zwittrigen Sagitten ist daher das eine Segment weiblich, das andere männlich.

Nach dieser kurzen Uebersicht über den allgemeinen Bauplan der Chaetognathen gehen wir zur genaueren histologischen Beschreibung der einzelnen Organsysteme über und wollen wir dieselben in folgender Reihenfolge besprechen:

1. Das Integument.
2. Die Sinnesorgane.
3. Das Nervensystem.
4. Die Muskulatur.
5. Der Darmkanal.
6. Die Geschlechtsorgane.

### 1. Das Integument.

Die Körperoberfläche der Chaetognathen wird von einem mehrschichtigen Pflasterepithel (Taf. II, Fig. 6, 11, 12 ep) überzogen, welches von der Längsmuskulatur (mv u. md) nur durch eine dünne Stützlamelle geschieden wird. Letztere (s) ist bei manchen

Arten, der Sagitta bipunctata, S. serrodentata, Spadella cephaloptera etc. so fein, dass sie selbst an Querschnitten kaum nachzuweisen ist (Taf. II, Fig. 6 u. 10); bei der Sagitta hexaptera (D'Orbigny) dagegen ist sie besser entwickelt und auf Schnitten als eine deutlich doppelt contourirte homogene Scheidewand zwischen Muskulatur und Epithel zu erkennen (Taf. II, Fig. 11 s).

Die Epithelzellen, bei deren Beschreibung wir uns an die Sagitta hexaptera halten (Taf. III, Fig. 7, 8, 11), sind von ansehnlicher Grösse im Vergleich zu den übrigen histologischen Elementen, die sich durch ausserordentliche Feinheit auszeichnen; es sind polygonale Körper, die eine Umbildung des Protoplasma erfahren haben und in Folge dessen aus einer festen homogenen durchscheinenden Substanz bestehen, in deren Mitte der grosse ovale Kern liegt. Die Zellen hängen unter einander sehr fest zusammen und lassen sich schwer isoliren, während es an macerirten Präparaten leicht gelingt, die Epidermis in grossen Stücken von der Muskulatur unverletzt abzuziehen. Der feste Zusammenhang wird durch kleine Höcker und Stacheln bedingt, welche sich überall von der Zellen-Oberfläche erheben, sich in entsprechende Lücken der Nachbarzellen hineinschieben und wie die Zähne zweier Zahnräder an einer Maschine in einander greifen. Auf diese Weise entsteht in der Hautdecke eine eigenthümliche Zeichnung, auf welche auch Krohn in seiner Schrift (27 p. 5) aufmerksam gemacht hat, ohne jedoch über ihre Natur in's Klare gekommen zu sein. „Bei stärkern Vergrösserungen", bemerkt er, „sieht es aus, als würde die Zeichnung durch eine Menge Felder hervorgebracht, deren Umkreis durch vielfältige Einschnitte wie gezackt erschien. Die zahlreichen Zacken jedes Feldes greifen genau in die Einschnitte der Nachbarfelder ein, so dass nirgends Lücken bleiben." Auf Contouren von Zellen hat damals Krohn die gezackten Linien noch nicht bezogen.

Wenn wir von der Ausbildung besonderer Sinnes- und Drüsenepithelien absehen, so zeigen uns bei den Chaetognathen die Epidermiszellen überall die gleiche Beschaffenheit von der Stützlamelle bis zur freien Oberfläche; eine besondere in der Tiefe gelegene und zum Ersatz abgestossener Elemente dienende Matrixschicht ist nicht vorhanden. Nur die Dicke der Epidermis ändert sich nach den einzelnen Regionen des Körpers, wie sie denn auch bei den einzelnen Sagittenarten eine verschiedene ist. Am dicksten ist in der Regel die Epidermis unmittelbar hinter dem Kopf in der Halsgegend, wo sie 5 und mehr Lagen von hellen Zellen er-

kennen lässt, dagegen verdünnt sie sich stark auf den Flossen und wird nach dem freien Rand derselben einschichtig. Dabei flachen sich die Epithelzellen selbst zu dünnen Plättchen ab, deren Contouren man weder im frischen Zustand noch auch an abgetödteten Thieren wahrnimmt. Die Contouren werden indessen sehr deutlich, wenn man die Flossen in destillirtem Wasser abspült und mit Argentum nitricum behandelt. Alsdann entsteht auf der Oberfläche der Flossen ein Mosaik grosser polygonaler Felder, deren jedes in seiner Mitte den ovalen Kern einschliesst.

Unter den von mir untersuchten Arten erreicht die Epidermis die grösste Dicke bei der Spadella draco (Taf. I, Fig. 3), und nimmt hierbei zugleich eine abweichende und sehr eigenthümliche Beschaffenheit ihrer Zellen an. Wie schon Krohn (29 p. 273, 274) bemerkt hat, wird der kurze und dicke Leib des Thieres ungefähr bis zum Schwanzsegment von einer äusserst mächtigen, aus grossen dickwandigen Zellen gebildeten Schicht bekleidet, durch welche der Körperdurchmesser fast doppelt so gross wird, als er ohnedem sein würde. Die Schicht sieht einem Pflanzengewebe täuschend ähnlich (Taf. IV, Fig. 10) und besteht aus grossen polygonalen derbwandigen Zellen mit einem weicheren ganz durchsichtigen Inhalt. Die dicken an einander grenzenden Membranen werden durch eine deutlich sichtbare glatte Linie von einander getrennt. Nur überall da, wo drei Zellen zusammentreffen, weichen die Membranen, ganz so wie es bei Pflanzengeweben geschieht, auseinander und lassen zwischen sich kleine von 3 Flächen begrenzte Intercellularräume (i) frei. Die Kerne liegen von etwas Protoplasma umgeben fast ausnahmslos der Innenfläche der Membranen an. Bei ihrer bedeutenden Grösse fallen die Zellen schon bei schwächeren Vergrösserungen dem Beobachter auf (Taf. I, Fig. 3) und verleihen der dicken Epidermis ein kleinblasiges Aussehen.

Der allgemeine Habitus der Oberhaut erfährt bei den Sagitten stellenweise Veränderungen dadurch, dass sich im Ektoderm besondere Organe entwickelt haben, deren Beschreibung sich hier am besten anschliesst; wir werden daher jetzt noch zu handeln haben: 1. von dem feineren Bau der Stützplatten, der Stacheln und Greifhaken des Kopfes, 2. von der histologischen Structur der Flossen und 3. von den Drüsenzellen der Spadella cephaloptera. Das wird uns dann weiter überführen zu der Besprechung der Sinnesorgane und des Nervensystems.

Die Stützplatten, Stacheln und Greifhaken des Kopfes.

Bei allen Sagitten sind am Kopf 3 Paar Schienen oder Platten vorhanden, das eine Paar (Taf. II, Fig. 1 $x^1$) liegt vorn auf der dorsalen Fläche des Kopfes unmittelbar über der Gruppe der seitlichen Stacheln (z), welche hierdurch einen Stützpunkt gewinnen. Ein zweites Paar grösserer und etwas gewölbter Platten (Taf. II, Fig. 2, 3, 7 $x^2$) findet sich dorsal am Hinterkopf über den Greifhaken (v). Ihnen vis à vis, ventral und etwas nach vorne lagert das dritte ähnlich geformte Paar (Taf. II, Fig. 2, 3, 7 $x^3$). Nach ihrer verschiedenen Lage und Form wollen wir die zuerst beschriebenen Theile ($x^1$) als die vorderen Kopfschienen, die an zweiter ($x^2$) und dritter ($x^3$) Stelle genannten Theile dagegen als dorsale und ventrale Kopfplatten bezeichnen. Zwischen den einander zugewandten Rändern der letzteren entspringen die Greifhaken (v) von einem schmalen Hautstreifen, der in schräger Richtung von oben nach unten verläuft (Taf. II, Fig. 2, 3, $x^2$ u. $x^3$). Die Schienen und Platten treten am Kopf nicht frei zu Tage, da sie von der früher erwähnten Kappe (kk) bedeckt werden; sie bestehen aus einer structurlosen, durchscheinenden homogenen Substanz, welche beim Durchschneiden dem Messer nicht unerheblichen Widerstand entgegen setzt, und sind entstanden als cuticulare Ausscheidungen der Epidermiszellen, welche unter ihnen auf eine einzige Schicht reducirt sind. In der Mitte der Platten (Taf. II, Fig. 3 $x^2$ u. $x^3$) sind ihre Matrixzellen ganz abgeflacht und nur an den Kernen noch zu erkennen, nach dem verdünnten Rand zu werden sie dagegen höher und gehen allmählich in dünne Cylinderzellen über, welche das Flächenwachsthum der cuticularen Bildung bewirken. Die functionelle Bedeutung der Platten ist eine doppelte. Nicht allein geben sie einen Stützpunkt für die Greifapparate des Kopfes ab, sondern sie dienen zugleich auch zahlreichen Muskelfasern zum Ansatz.

Aus derselben Substanz wie die Schienen und Platten werden auch die Stacheln und Greifhaken gebildet, welche wie die Hornzähnchen der Batrachier gleichfalls cuticulare Producte der Epidermis sind. An ihrer Basis enthalten die Stacheln (Taf. I, Fig. 19) eine kleine Höhlung, die gewöhnlich von mehreren Matrixzellen ausgefüllt wird. Auch die Greifhaken sind an der stark verbreiterten Wurzel etwas ausgehöhlt (Taf. II, Fig. 7 v) und sitzen mit derselben einer Schicht schmaler cylindrischer Zellen, ihrer Matrix, auf.

Literatur. Die so leicht wahrnehmbaren Greifhaken der Chaetognathen wurden von Slabber (46), dem ersten Beobachter der Sagitta, übersehen und auch von Quoy und Gaimard (43) nur ungenau beschrieben und abgebildet als zwei Palpen, welche gestreift sind und den Mund umgeben. Erst D'Orbigny nimmt in die Charakteristik der Sagitten die Bewaffnung des Kopfes mit grossen langen Zähnen auf (41. p. 140). Die kleinen Stacheln am Eingang der Mundöffnung sind von Darwin (9. p. 2) bei Anwendung starker Linsen entdeckt worden. Von allen Theilen zuletzt wurden die Stützplatten der Greifhaken von Souleyet (10. p. 648) bemerkt. Durch die eigenthümliche Bewaffnung des Kopfes mit Greifhaken wurde Leuckart (32) veranlasst den Namen Chaetognathen zu bilden.

### Die Flossen.

Die Flossen, über deren Zahl und Form im systematischen Theil bei den einzelnen Arten das Nähere nachzulesen ist (Taf. I, Fig. 1—9 $f^1$, $f^2$, $f^3$) bestehen aus einer gallertigen Stützsubstanz, aus homogenen Fäden und aus dem Epidermisüberzug. Die Gallerte (w) welche durchaus structurlos und frei von Zellen ist, (Taf. II, Fig. 4, 8, 13, 16) bedingt die Dicke der Flossen an ihrem Ursprung; sie erscheint auf dem Durchschnitt (Taf. II, Fig. 4) wie ein Keil, der mit seiner Basis in der Seitenlinie des Rumpfes befestigt die ventralen und dorsalen Muskelfelder (md u. mv) von einander trennt und daher direct an das Epithel der Leibeshöhle anstösst. Der zugeschärfte Rand des Keils reicht etwa nur bis in die Mitte der Flosse hinein. Der platten Oberfläche der Gallerte liegen beiderseits die homogenen Fäden auf, die dicht aneinander gereiht sind und an der Rumpfwand breit entspringend sich allmählich in eine feine Spitze verjüngen (Taf. I, Fig. 3, 4, 6; Taf. V, Fig. 14 fs). Ihre der Gallerte zugekehrte Fläche ist abgeplattet, die entgegengesetzte gewölbt, so dass ihr Querschnitt die Form eines Halbkreises besitzt (Taf. II, Fig. 13 fs). Sie werden von einer festen und structurlosen Substanz gebildet, für welche bei der erwachsenen Sagitta keine besonderen Bildungszellen nachzuweisen waren. Dagegen sah ich solche bei eben ausgeschlüpften Thieren (Taf. I, Fig. 5) bei welchen schon sehr zarte Flossen vorhanden sind. Den feinen Fäden waren hier ab und zu Epithelzellen angeschmiegt, welche man wohl für ihre Bildnerinnen halten muss (Taf. V, Fig. 14 fs). Nach Aussen werden die Flossenfäden von der Epidermis überzogen, die gewöhnlich auf eine einfache Schicht

dünner abgeplatteter Zellen reducirt ist, hie und da aber auch noch vereinzelte später zu beschreibende Tastorgane enthält (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 t).

Literatur. Die Flossen der Sagitten, welche dem Holländer Slabber entgangen waren, wurden von Quoy und Gaimard bemerkt und von D'Obigny (41) zur Unterscheidung der Arten verwerthet (S. triptera, diptera, hexaptera). Der Flossenfäden gedenken Darwin (9. p. 2) und Krohn (27. p. 6). Die Stützgallerte blieb seither unbemerkt.

### Die Drüsenzellen.

Die Gebilde, welche ich als Drüsenzellen bezeichne, finden sich bei den von mir untersuchten Chaetognathen allein bei der Spadella cephaloptera (Taf. I, Fig. 6), an welcher sie auch Busch (5. p. 94) gesehen hat. Er beschreibt sie als blattförmige Organe, von denen meistens mehrere, gewöhnlich drei bis fünf, um einen Mittelpunkt in Rosettenform geordnet sind, und er vermuthet, dass sich das Thierchen mit ihnen an andere Gegenstände anheften kann.

Wenn man eine Spadella cephaloptera im lebenden Zustande untersucht, so wird man bei stärkeren Vergrösserungen zwischen der Rücken- und der Bauchfläche einen wesentlichen Unterschied in der Beschaffenheit der Haut wahrnehmen (Taf. II, Fig. 6). Während die Haut des Rückens wie bei anderen Arten ganz glatt ist, erscheint sie am Bauche warzig. Die Warzen oder die „blattförmigen Organe" sind am grössten und am dichtesten zusammengedrängt an dem Schwanz des Thieres (Taf. II, Fig. 12 u. 14 k), dagegen werden sie am Rumpf, je mehr man sich dem Kopf nähert, um so kleiner und sind durch breitere Zwischenräume von einander getrennt. Ihre Oberfläche ist wieder mit kleinen Höckerchen bedeckt. Wie am deutlichsten feine Querschnitte lehren, bestehen die grösseren und kleineren warzenförmigen Gebilde theils aus cubischen, theils aus längeren cylindrischen in einer einfachen Schicht neben einander angeordneten Drüsenzellen, von welchen die letzteren die Mitte, die ersteren den Rand einnehmen (Taf. II, Fig. 12 k). Ihr freies Ende ist verdickt und bildet ein Köpfchen, welches, da die Zellen von verschiedener Höhe sind, hier und da vorspringt und das feinhöckrige Aussehen der Warzen bei der Flächenansicht (Fig. 14) hervorruft. Das Köpfchen ist von einer glänzenden Substanz überzogen, die in Körnchen und Stäbchen

ausgeschieden ist und an einen ähnlichen Ueberzug der von Chun[1]) entdeckten Klebzellen der Ctenophoren erinnert. An ihrer Basis verbreitern sich die Zellen gewöhnlich etwas und haften mit ihr an dem gewöhnlichen mehrschichtigen Pflasterepithel (ep), welches bei der Spadella cephaloptera ebenso wie bei anderen Arten die Grundlage der Epidermis ausmacht und sich scharf mit einer glatten Linie von den Hautwarzen absetzt. In ihrer Mitte bergen sie einen ovalen Kern und im Umkreis desselben häufig braune Pigmentkörnchen, welche eine leicht braune Färbung der Bauchseite bedingen. Manchmal scheint das Pigment stärker entwickelt zu sein. Wenigstens erwähnt Busch, dass manche der von ihm beobachteten Individuen mit zahlreichen sehr lebhaft roth und gelb gefärbten Pigmentpuncten ausgestattet waren und dadurch wie Forellen gesprenkelt aussahen.

Die Drüsenzellen der Spadella cephaloptera kommen übrigens nicht nur zu grösseren und kleineren Gruppen vereint vor, sondern sitzen auch ganz vereinzelt der Epidermisoberfläche auf namentlich im vorderen Bereiche des Körpers, wo die Warzen kleiner und seltener werden (Taf. II, Fig. 6 k), sowie an der ventralen Seite der Flossen (Taf. II, Fig. 15).

Bei der Deutung, dass die cubischen und cylindrischen Zellen drüsige Organe seien, ist weniger der anatomische Befund als vielmehr die Lebensweise der Spadella cephaloptera maassgebend gewesen. Die kleine so abweichend beschaffene Art zeichnet sich nämlich vor anderen Sagitten durch die Fähigkeit aus, sich an andere Gegenstände anheften zu können. Wenn man eine Anzahl Individuen in einem Glasgefäss isolirt hat, so sieht man dieselben sich meistens an die Wandungen festsetzen und zwar, wie Busch (5. p. 94) zutreffend bemerkt, in der Weise, dass „ihre ventrale hintere Körperhälfte bis zum After dem Gegenstand fest anliegt, während die vordere, in einem stumpfen Winkel von dieser abgebogen, frei in das Wasser hineinragt. In dieser Stellung kann das Thier sich so ausserordentlich festhalten, dass man mit einer Staarnadel den vorderen freien Theil des Körpers hin- und herbewegen kann, während der hintere unbeweglich bleibt. Zuweilen macht es selbst einige Mühe, ein Thierchen, welches sich so anklammert, loszureissen.“ Da somit die Beobachtung der lebenden Spadella lehrt, dass die Fähigkeit sich anzuheften nur der Körperfläche zukommt, an welcher die Warzen und Cylinderzellen ent-

[1]) Carl Chun, Die Greifzellen der Rippenquallen. Zoologischer Anzeiger 1878, p. 50—52.

wickelt sind, so liegt es nahe auch in diesen die Organe zum Ankleben zu erblicken. Wir werden dann annehmen müssen, dass von den vorspringenden Köpfchen der Cylinderzellen ein klebriger Stoff — die körnige glänzende Substanz — secernirt wird.

Die Erscheinung, dass unter allen bekannten Arten nur die Spadella cephaloptera mit Klebzellen versehen ist, hängt mit der besonderen Lebensweise unseres Thieres zusammen. Während nämlich alle anderen Chaetognathen pelagische Geschöpfe sind, gehört diese der Strandfauna an und wird am häufigsten zwischen Tangen und Algen aufgefunden. Da muss es ihr denn offenbar sehr zu statten kommen, eine Vorrichtung zu besitzen, vermöge deren sie sich an Pflanzen und Steinen eine Zeit lang festhalten kann.

### 2. Die Sinnesorgane.

Bei den Chaetognathen lassen sich wenigstens drei verschiedene Arten von Sinnesorganen unterscheiden, welche sehr einfach gebaut sind und ihrem Mutterboden, dem Ektoderm, dauernd angehören. Da ihre Zellen von ausserordentlicher Kleinheit sind, können sie nicht ordentlich isolirt werden und sind daher für histologische Studien wenig geeignet. Dies gilt sowohl von den zahlreichen Tastorganen als auch von den beiden Augen und von dem unpaaren Geruchsorgan.

#### Die Tastorgane.

Bei den Chaetognathen erheben sich über die Hautoberfläche zahlreiche kleine Hügelchen, welche auf ihrem Kamm mit langen steifen Tastborsten versehen sind. Sie sind gewöhnlich in ziemlich regelmässiger Weise der Quere und Länge nach angeordnet, so dass Querringe und Längsstreifen entstehen. Bei einer kleinen Sagitta hat Langerhans (30) ihre Anzahl auf 240 bestimmt, indem die Organe zu je 6 in 40 Ringen um den Körper angeordnet waren. Bei der grossen Sagitta hexaptera ist ihre Anordnung unregelmässiger, ihre Menge noch viel bedeutender, da man schon auf einem kleinen Hautstückchen mehrere Längsreihen dicht aufeinander folgender Hügel antrifft (Taf. IV, Fig 23 t). An keiner Stelle des Körpers weder am Bauch noch am Rücken noch an den Seiten des Thieres werden sie vermisst; sogar an den Seiten- und Schwanz-Flossen finden sie sich noch in geringer Entfernung von dem membranartig verdünnten Saum (Taf. I, Fig. 3, 4, 6, $f^2$ u. $f^3$, t). Die Hügelchen variiren in ihrer Grösse und Form an ein und demselben Thiere; bald sind sie rund, bald mehr oval

und in letzterem Falle in der Regel so gestellt, dass ihr längerer Durchmesser mit der Queraxe des Thieres zusammenfällt (Taf. IV, Fig. 23).

Die Tastorgane setzen sich aus äusserst feinen in einer Schicht neben einander angeordneten fadenförmigen Zellen zusammen, welche mit ihrer Basis dem früher beschriebenen geschichteten Pflasterepithel, ähnlich wie die Klebzellen der Spadella cephaloptera, aufsitzen und zu den grossen Epidermiselementen (ep) in einem auffallenden Contraste stehen (Taf. IV, Fig. 2 u. 5 t). Auch ist die Grenze der beiden Zellenarten gegeneinander, wie der Querschnitt lehrt (Taf. II, Fig. 11 t), eine sehr scharfe, und nicht minder sticht bei der Flächenbetrachtung (Taf. III, Fig 4 t) das zierliche Zellenmosaik der Tasthügel gegen die im Verhältniss zu ihm grobe Felderung der gewöhnlichen Epidermis in hohem Maasse ab.

Von jedem Sinnesorgan entspringen zwanzig und mehr lange steife Borsten (Taf. IV, Fig. 5 b), aber nicht überall von der Oberfläche des Hügels, sondern in regelmässiger Anordnung der Art, dass sie dicht zusammengedrängt eine Querreihe bilden, welche in der Regel mit der Queraxe der Sagitta zusammenfällt. An kleinen lebenden Individuen sind die Tastborsten leicht zu beobachten, man sieht sie senkrecht von der Körperoberfläche weit abstehen und bei den leisesten Bewegungen des Thieres beständig erzittern. Gewöhnlich hat es den Anschein als ob von jedem Hügel nur eine stärkere Borste ausginge (Taf. I, Fig. 5, Taf. IV, Fig. 2 b). Derartige Bilder erklären sich aber allein daraus, dass man leicht die in der Querreihe übereinander liegenden und sich deckenden Haare für ein einziges hält.

In dem Epithel des Tasthügels werden wir wohl allein die zu den Borsten gehörigen Zellen als Sinneszellen zu betrachten haben, zumal sich dieselben an in Osmiumsäure erhärteten und gefärbten Präparaten etwas von den umgebenden kleinen Zellen unterscheiden. Von letzteren nehme ich mit Langerhans an, dass es zum grossen Theil indifferente Elemente sind. Der Nachweis, dass die Tastzellen durch Fibrillen mit dem später zu beschreibenden, in der Haut überall verbreiteten Nervennetz zusammenhängen, wollte mir auch an guten Macerationspräparaten nicht gelingen und suche ich den Grund für das Misslingen in der ausserordentlichen Zartheit der beschriebenen Theile.

Zu einigen besonderen Bemerkungen geben die Spadella cephaloptera und Spadella draco Veranlassung. Bei ihnen (Taf. I, Fig. 3 u. 6) sind die Tastorgane weniger zahlreich als bei den anderen

Chaetognathen und prominiren weniger über die Körperoberfläche, indem der aus Pflasterzellen bestehende Theil der Epidermis sie in flache Grübchen aufnimmt (Taf. IV, Fig. 1 t, Taf. II, Fig. 6 t). Ferner fehlen bei der Spadella cephaloptera die Tastorgane auf dem Theil der Bauchseite, welcher sich an andere Gegenstände anheften kann und mit den Klebzellen bedeckt ist. Bei der Spadella draco endlich sind zwei Organe in einer ganz aussergewöhnlichen Weise entwickelt, so dass sie für die Diagnose ein vortreffliches Merkmal abgeben (Taf. I, Fig. 3 t[1]). Krohn, welcher die genannte Art (29. p. 274) bis jetzt allein beobachtet hat, giebt auch eine kurze Beschreibung dieser Organe, welche er als etwas von den Tasthügeln Verschiedenes betrachtet. „Auffallend bei der S. draco, heisst es bei ihm, sind zwei seitlich einander gegenüber gestellte, auf besonderen Vorsprüngen sitzende Büschel zahlreicher, sehr langer, frei flottirender Fäden, welche man auf der Zellenschicht in der vorderen Leibeshälfte wahrnimmt. Diese Fäden sind von weicher Consistenz, bandartig platt und zeigen sich bei starker Vergrösserung aus feinen, dicht neben einander verlaufenden Längsfibrillen zusammengesetzt."

In dieser Schilderung vergleiche ich das, was Krohn Längsfibrillen nennt, den gewöhnlichen Tastborsten; sie sind etwa von derselben Stärke wie diese, nur um ein Vielfaches länger und in Folge dessen etwas gebogen; auch ihre Anzahl auf jedem einzelnen Organe ist eine viel grössere. Bündelweise unter einander vereint, stehen sie von der Körperoberfläche weit ab und sind schon bei Lupenvergrösserung an der linken und rechten Seite des Thieres als eine bräunliche Hervorragung wahrzunehmen. Oft fehlen sie auf einer Seite, was sich wohl auf Verletzungen beim Einfangen zurückführen lässt. Die langen Borsten entspringen wieder von dünnen cylindrischen Zellen, die in einfacher Schicht eine muldenförmige Vertiefung der grosszelligen Epidermis links und rechts am Bauchknoten auskleiden. Alles in Allem genommen finde ich zwischen den zwei Bildungen, welche der Spadella draco ein etwas auffälliges Aussehen verleihen, und den gewöhnlichen Tastorganen, von ihrer verschiedenen Grösse abgesehen, keinen wesentlichen Unterschied und glaube ich daher denselben auch die gleiche Function zuschreiben zu dürfen.

Literatur. Beobachtet wurden die Tasthügel zuerst von Krohn (27. p. 5), welcher an Spiritusexemplaren der Sagitta hexaptera in der Haut viele weiss getrübte scharf umschriebene Flecken erkannte und sie für Schleimdrüschen glaubte deuten zu

müssen. Später sah Wilms (49. p. 11) bei der Sagitta bipunctata im lebenden Zustand die von der Epidermis abstehenden Tasthaare und betrachtete jedes einzelne von einem Hügel entspringende Büschel als einen Stachel, der von einer grösseren Summe von Fibrillen zusammengesetzt wird (Aculei ex majore numero fibrillarum compositi). In ähnlicher Weise beschrieb alsdann Busch (5. p. 94) die Tastorgane bei der Spadella cephaloptera. Krohn (29. p. 267) seinen früheren Irrthum berichtigend beobachtete sie bei zahlreichen Arten und bemerkte, dass es weder Stacheln noch Borsten, sondern Fäden sind, die in einer Querreihe auf rundlichen Vorsprüngen angeordnet sind; er hielt sie für Fortsätze der Epidermis, weil sie leicht abgestreift werden können, worin ihm Busk (6. p. 17) beistimmte. Auch Keferstein (23. p. 130) lässt die Borsten sich direct von den grossen gewöhnlichen Epidermiszellen erheben und Auswüchse ihrer Membran sein. Die feinzellige Structur des Tasthügels ist erst ganz neuerdings von Langerhans (30. p. 193) erkannt worden, der in einer kurzen Mittheilung Querreihen von Sinneszellen umgeben von indifferentem kleinzelligem Epithel beschreibt. Ueber die funktionelle Bedeutung der Borsten haben sich frühere Beobachter nicht geäussert und ist es wohl Gegenbaur (13. 2. Aufl. p. 203) zuerst gewesen, der in seiner vergleichenden Anatomie dieselben zu den Tastorganen gestellt hat.

### Die Augen.

Auf der oberen Fläche des Kopfes liegen bei allen Chaetognathen in einiger Entfernung von der Sagittalebene die Augen, zwei schwärzliche Punkte von solcher Kleinheit, dass sie mit unbewaffnetem Auge an der abpräparirten durchsichtigen Kopfhaut eben noch aufgefunden werden können (Taf. I, Fig. 1—9 au). Bei starken Vergrösserungen untersucht, erscheint jedes Auge als eine aus kleinen Zellen bestehende Kugel, welche ringsum in die gewöhnliche durchsichtige Epidermis eingeschlossen ist und sich scharf von ihr absetzt (Taf. IV, Fig. 8). Ein kleiner Theil der Kugeloberfläche (pi), welcher nach Aussen sieht, ist schwärzlich pigmentirt und schliesst einen durchsichtigen linsenförmigen Körper (l) ein; Pigment und heller Körper werden beide umgeben von einem Kranz zahlreicher Stäbchen (a), die durch ihr grosses Lichtbrechungsvermögen auffallen. Die Stäbchen besitzen, wie Durchschnitte noch deutlicher erkennen lassen, eine characteristische Gestalt (Taf. IV, Fig. 9 a, Fig. 6 u. 7 a). Ihr eines Ende, welches an Pigment und Linse anstösst und als ihr peripheres Ende be-

zeichnet werden soll, ist dünn und quer abgestutzt; nach der Basis verdicken sie sich etwas, um dann rasch sich in eine Spitze zu verjüngen, an welche sich der zum Stäbchen gehörige Zellkörper ansetzt. Zu jedem kugligen Auge tritt von dem hinteren Rande des oberen Schlundganglions ein starker, aus zahlreichen feinen Fibrillen zusammengesetzter Sehnerv in geradem Verlaufe heran (Taf. IV, Fig. 8 no); gleichfalls in die Epidermis eingebettet wird er an seinem Eintritt in das Auge etwas eingeschnürt und lässt von hier seine Fibrillen allseitig ausstrahlen und sich wie einen Fasermantel über einen Theil der Kugeloberfläche ausbreiten.

Das Auge der Chaetognathen, so klein es ist, hat indessen einen noch weit complicirteren Bau, welchen man bei der Betrachtung von der Fläche gar nicht vermuthet und welchen man nur mit Hülfe feiner Quer- und Flächenschnitte genau feststellen kann (Taf. IV, Fig. 6 u. 7). An solchen bemerkt man, dass die kleine pigmentirte Stelle (pi), welche bei der Flächenansicht an der Oberfläche der Zellenkugel beschrieben wurde, sich noch in ihr Inneres als eine Scheidewand weit hineinsenkt und dabei eine complicirte Form annimmt, welche sich schwer schildern lässt; hervorgerufen aber wird die complicirte Form dadurch, dass die Pigmentscheidewand Gruben enthält, um drei kleine durchsichtige biconvexe Linsen (l) aufzunehmen; von denselben ist nur die eine bereits erwähnte von aussen sichtbar, während die zwei andern mehr nach der Mitte des kugligen Auges zu liegen und dem Beobachter bei der Flächenbetrachtung durch das Pigment verdeckt werden. Von den drei Linsen sind zwei der Pigmentwand seitlich, eine von links, die andere von rechts eingebettet, die dritte liegt ihr von unten an.

Um jeden der lichtbrechenden Körper und zwar senkrecht zu seiner aus dem Pigment hervorschauenden convexen Fläche sind die oben erwähnten kleinen Sehstäbchen (a) in grosser Anzahl angeordnet, so dass sie drei Gruppen bilden. Ein Flächenschnitt durch eine derselben ergibt ein Mosaik kleiner dicht zusammengedrängter Körner, wie es auf Tafel IV, Figur 9 a dargestellt worden ist. Nach aussen von den Stäbchen erblickt man die zu ihnen gehörigen Zellkerne, welche am dichtesten im Aequator des Auges angehäuft sind. An den angefertigten Schnitten war die Form der Sehzellen und ihr Zusammenhang mit den Stäbchen nicht zu erkennen, auch nahm ich wegen der Kleinheit des Auges und seiner Elemente von dem Versuche Isolationen herzustellen

bald Abstand; eine bei dem Versuch isolirt erhaltene Linse ist in Taf. IV, Fig. 9 1 abgebildet.

Wie uns das Studium der Querschnitte gezeigt hat, ist das Auge der Chaetognathen kein einfaches, sondern ein zusammengesetztes Gebilde, welches sich am meisten an die Augen mancher Crustaceen anschliesst: es ist aus der Verschmelzung von drei einfachen Ocelli entstanden zu denken. Sein Bau lässt sich jetzt kurz dahin zusammenfassen:

Das zusammengesetzte Auge der Chaetognathen stellt eine Kugel dar und besteht aus drei in einen central gelegenen Pigmentkörper eingebetteten biconvexen Linsen, von denen eine jede an ihrer äussern freien Fläche von einer epithelartig ausgebreiteten Schicht feiner cylindrischer Sehzellen, einer Retina, bedeckt wird. Das Sehepithel zerfällt in eine Stäbchen- und eine Körnerschicht, welche gegen einander scharf abgegrenzt sind und von welchen die Stäbchen mit ihren peripheren Enden an die Linsenoberfläche anstossen. Wegen der verschiedenen Lage der 3 Linsen schauen die Stäbchenenden nach sehr verschiedenen Richtungen, zum Theil sogar nach der unteren Fläche des kugligen Auges, an welcher der Sehnerv eintritt und sich ausbreitet. Das Auge ist vollständig in die Epidermis eingeschlossen und wird auch nach aussen noch von einer dünnen Schicht abgeplatteter Epidermiszellen überzogen.

Literatur. Unter allen Sinnesorganen der Sagitten sind die Augen am frühesten beobachtet worden. So gaben schon Quoy und Gaimard (43. p. 349) an, am Kopf der Sagitta bipunctata zwei schwarze Flecke gesehen zu haben, in welchen sie Augen vermutheten. Genaueres erfahren wir aber erst durch Krohn (27. p. 13), welcher den Sehnerven entdeckte. Er beschreibt das Auge als ein in die Kopfhaut eingebettetes zelliges Ganglion, in dessen Mitte aus einer pigmentirten Stelle eine glashelle Wölbung hervorrage, welche entweder eine Cornea oder vielleicht auch eine Linse sei. Die Stäbchen bezeichnet er als „kurze Fibrillen, welche aus dem Ganglion entspringend durch die Pigmenthülle in's Innere des Auges zu dringen scheinen." Von Wilms (49. p. 15), welcher ähnliche Angaben wie Krohn macht, werden die Sehstäbchen Papillae pellucidae genannt, bald darauf werden sie von Leuckart und Pagenstecher (34. p. 595) den Krystallkegeln der Arthropoden verglichen. Endlich hat noch Busch (5. p. 96) eine Beschreibung von der complicirteren Form des Pigmentkörpers im Auge der Spadella cephaloptera gegeben und

hierbei bemerkt, dass es eine vergebliche Mühe sei, die einzelnen Theile des sonderbaren Auges physiologisch erklären zu wollen, da sie mit den Gebilden dieser Organe in der übrigen Thierwelt so wenig Uebereinstimmendes zeigen. Auf Zeichnungen von Huxley gestützt gibt Busk (6. p. 19) an, dass der Nervus opticus vor seinem Eintritt in das Auge noch eine besondere gangliöse Anschwellung enthalte. Von einer solchen ist, wie aus unserer Darstellung hervorgegangen ist, nichts wahrzunehmen. Ueberhaupt kann man aus der Flächenbetrachtung allein keine richtige Vorstellung von dem schon complicirter gebauten Auge der Sagitten erhalten.

### Das Geruchsorgan.

Das dritte Sinnesorgan, welches bei den Chaetognathen seither entweder ganz übersehen oder falsch beurtheilt worden ist (Taf. I, Fig. 3 u. 6 r, Taf. IV, Fig. 20 u. 21 r), liegt in unmittelbarer Nachbarschaft der Augen (au) auf der oberen Fläche des Kopfes nach hinten vom oberen Schlundganglion ($g^2$) und dehnt sich von hier bei einigen Arten, bei denen es gut entwickelt ist, auf einen grossen Theil des Rumpfes aus. Es ist ein unpaares Gebilde von einfachem Bau; ein schmaler Epithelstreifen, aus feinen Cylinderzellen gebildet (Taf. IV, Fig. 12 r), sitzt den grossen durchsichtigen Zellen der Epidermis auf, einen kleinen leistenartigen Vorsprung verursachend (Taf. IV, Fig. 11 r). Zwei bis drei in der Mitte des Streifens befindliche Zellreihen ($h^1$) sind mit sehr langen und äusserst zarten Flimmern versehen, welche beständig in undulirender Bewegung begriffen sind und dadurch zuerst die Aufmerksamkeit des Beobachters auf die in Frage stehende Hautstelle hinlenken (Taf. IV, Fig. 3 h). Die Flimmern entspringen von einem kleinen glänzenden Korn ($h^1$) an dem peripheren Ende der Zellen, welches gegen Reagentien eine grössere Resistenz zeigt. Denn wenn die Flimmern an conservirten Präparaten geschwunden sind, nimmt man bei Betrachtung von der Fläche auf dem kleinen Zellenmosaik des Sinnesepithels noch ihre Ansatzpunkte, nämlich zwei bis drei Reihen eng zusammenstehender Körner wahr. (Taf. IV, Fig. 12 $h^1$.)

Der Epithelstreifen beschreibt je nach den einzelnen Arten auf der Oberfläche der Epidermis verschiedene Figuren, welche sich systematisch verwerthen lassen. Bei der Spadella cephaloptera und Sp. draco ist das Geruchsorgan am wenigsten entwickelt und stellt einen ovalen schmalen Ring von Cylinderzellen dar, wel-

cher in geringer Entfernung hinter den Augen am lebenden Thiere wegen seiner Flimmerung leicht beobachtet wird. Bei der Spadella cephaloptera (Taf. I, Fig. 6 r) liegt der ovale Ring in der Queraxe, bei der Sp. draco (Taf. I, Fig. 3 r) in der Längsaxe des Körpers. Ansehnlicher ist das Geruchsorgan bei Sagitta hexaptera, S. bipunctata und S. serrodentata, kann aber trotzdem hier eher übersehen werden, weil die grösseren Thiere im lebenden Zustande weniger gut mit stärkeren Systemen durchmustert werden können, an abgetödteten Objecten aber die Flimmern zerstört sind. Bei allen diesen Arten nimmt es den vorderen Theil vom Rücken des Rumpfes mit ein und zieht über die zwei dorsalen Muskelbänder hin. Seine abweichende Form können wir uns von der gleichsam zu Grunde liegenden Form eines ovalen Ringes ableiten. Bei der Sagitta hexaptera hat der ovale Ring, dessen Längsdurchmesser mit der Längsaxe des Thieres zusammenfällt (Taf. IV, Fig. 21 r), dadurch eine Veränderung erfahren, dass er nach vorn in einen schmälern Fortsatz ausgebuchtet ist, welcher zwischen beide Augen (au) eingeschoben fast bis an die hintere Grenze des oberen Schlundganglions ($g^2$) heranreicht. Das Geruchsorgan lässt sich daher kurz als birnförmig bezeichnen. Bei der Sagitta bipunctata (Taf. IV, Fig. 20 r) und S. serrodentata endlich hat es die Gestalt eines Kreuzes angenommen. Der ovale Zellenring, von dem wir ausgehen, stellt die kurzen Querschenkel des Kreuzes dar und ist ziemlich weit nach rückwärts vom Kopf gelagert; er entsendet nach hinten und vorn zwei schmale lange, etwa gleich grosse Aussackungen, welche die langen Arme des Kreuzes bilden. Der vordere Kreuzarm schiebt sich ebenso wie bei Sagitta hexaptera zwischen den Augen fast bis zum Ganglion vor.

Dass hier ein Sinnes- und speciell ein Geruchsorgan vorliegt, bleibt jetzt noch näher zu begründen. Wenn die Deutung als ein Sinnesorgan schon nahe gerückt wird durch die Beschaffenheit der Epithelzellen, die sich gleich den Zellen der Tasthügel so scharf von den übrigen Elementen der Epidermis absetzen (Taf. IV. Fig. 11), so wird sie vollkommen sicher gestellt durch den Nachweis, dass sich zu dem flimmernden Epithelstreifen zwei starke Nerven hinbegeben (Taf. I, Fig. 3, 6, 16 nr. Taf. IV, Fig. 20 u. 21 nr). Dieselben nehmen von der hinteren Fläche des oberen Schlundganglions ($g^2$) unmittelbar nach innen von den beiden Nervi optici (no) ihren Ursprung und verlaufen parallel zu letzteren eingebettet in die Epidermis nach dem Geruchsorgan; sie treten in den vom

flimmernden Zellenstreifen umgrenzten Bezirk ein und verschmächtigen sich nach dem hinteren Ende desselben immer mehr durch Abgabe zahlreicher seitlicher Aeste, die im Bogen nach dem links und rechts von ihnen gelegenen Sinnesepithel (r) hinziehen (Taf. IV, Fig. 12 nr). Die seitlichen Aeste lösen sich dabei in Fibrillen auf, die sich untereinander verflechten und unter das Sinnesepithel (r) treten, wobei ich sie an einem Essigsäurepräparate direct in die flimmertragenden Zellen glaube verfolgt zu haben. Für die Deutung als Geruchsorgan scheinen mir die langen äusserst zarten und vergänglichen Flimmern zu sprechen, welche sich den Riechhärchen anderer Geschöpfe vergleichen lassen.

Literatur. Das Geruchsorgan der Chaetognathen ist schon von verschiedenen Forschern bemerkt, aber falsch gedeutet worden. Krohn (27. p. 13) in seiner grundlegenden Arbeit spricht von zwei starken hinteren Kopfnerven, die nach rückwärts ziehend erst divergiren und alsbald sich auf einander im Bogen zukrümmen, verschmelzen und so eine Nervenschlinge bilden. Dieselbe ist nun nichts Anderes als der eigenthümlich verlaufende Epithelstreifen des Geruchsorgans. Krohn (29. p. 269) selbst hat später seinen Irrthum zurückgenommen und hervorgehoben, dass er veranlasst worden sei durch zwei in Alcohol dunkel gerinnende Streifen in der Haut, über deren Bedeutung er nicht einmal eine Vermuthung aufstellen könne. Später hat uns Busch (5. p. 96) eine gute Beschreibung vom Geruchsorgan der Spadella cephaloptera geliefert; er nennt es eine in der Kopfhaut befindliche „grosse Scheibe, welche wie ein Sattel über den Rücken ausgebreitet ist und auf einem etwas dunkler gefärbten doppelt contourirten Rand sehr viele lange und zarte Wimpern trägt, die in ihrer Bewegung das Phänomen des Räderns zeigen.“ Busch's Entdeckung des „rädernden Organs“ auf dem Nacken der Spadella cephaloptera ist seitdem mehrfach an demselben Objecte bestätigt worden, durch Claparède (7. p. 9), welcher es den beiden Räderorganen am Nacken von Tomopteris vergleicht, und durch Pagenstecher und Giard. Pagenstecher (42. p. 309) ist hierbei in einen schwer zu begreifenden Irrthum verfallen, indem er durch den bei der Spadella cephaloptera etwas gelb gefärbten Zellenring den Nahrungskanal hindurchtreten lässt. Endlich ist noch Kowalevsky (26. p. 11) anzuführen, welcher bei einer nicht näher bestimmten Sagittenart hinter dem Kopfganglion in dem Raume zwischen den beiden zum Oberkopf und den Augen gehenden Nerven ein besonderes Organ beschreibt, welches er der

flimmernden Scheibe der Spadella cephaloptera vergleicht und als ein Sinnesorgan bezeichnen möchte. Wenn indessen Kowalevsky dasselbe ein geschlossenes Bläschen mit deutlichen Zellwandungen oder eine kleine Kapsel nennt, so muss er einen Beobachtungsfehler begangen haben, welcher sich daraus erklärt, dass er nur conservirte Exemplare untersucht hat. Der Geruchsnerv ist bis jetzt allgemein übersehen worden, weil er bei seiner Lage über den dorsalen Längsmuskeln weniger deutlich hervortritt als der leicht sichtbare in seiner Nachbarschaft verlaufende Nervus opticus.

### 3. Das Nervensystem.

Zum Studium des Nervensystems ist unter allen Chaetognathen am meisten die Sagitta hexaptera geeignet, an welcher auch Krohn seine mustergiltigen Untersuchungen angestellt hat. Man kann hier die einzelnen Ganglienknoten durch Präparation darstellen und die peripheren Nerven an abgelösten und vollkommen durchsichtigen Hautlamellen so schön wie an wenigen anderen Objecten in ihrer Endausbreitung verfolgen. Auf die Sagitta hexaptera beziehen sich daher auch die folgenden Angaben fast ausschliesslich; die kleineren Arten wurden nur zur Anfertigung von Querschnitten benutzt.

Für den vergleichenden Anatomen gewinnt das Nervensystem der Chaetognathen ein besonderes Interesse dadurch, dass es fast vollständig im Ektoderm liegt. Die hauptsächlichsten Ganglienknoten und die von ihnen ausstrahlenden Nerven mit ihren feinsten Endfäden sind ganz dicht an der Oberfläche des Körpers in die Epidermis eingebettet; eine Ausnahme machen nur einige kleinere Ganglien des Kopfes, welche mit den von ihnen abgehenden Nerven dem Mesoderm angehören. Am Nervensystem der Chaetognathen haben wir daher einen ektodermalen und einen mesodermalen Theil zu unterscheiden.

Der ektodermale Theil, dessen Untersuchung wir zunächst vornehmen wollen, besteht aus zwei Centralorganen, dem oberen Schlund- und dem Bauchganglion und den in der Epidermis gelegenen peripheren Nerven, die sich in einen überall ziemlich gleichmässig verbreiteten Plexus auflösen.

Das obere Schlund- oder Kopfganglion findet sich weit vornen auf der oberen Fläche des Kopfes, wo es in die Epidermis eingebettet ist und einen flachen Höcker nach aussen verursacht. (Taf. I, Fig. 3, 6, 16, $g^2$). Es stellt einen plattgedrückten Körper von der Gestalt eines regelmässigen Hexagons

dar; seine untere Fläche ruht unmittelbar auf der dünnen Stützlamelle, durch welche es von der Muskulatur getrennt wird, während die obere Fläche von einer dünnen Schicht Epidermiszellen überzogen wird (Taf. II, Fig. 1 $g^2$). Von den sechs Seiten schaut eine nach vorn und eine nach rückwärts, zwei schauen nach links und zwei nach rechts (Taf. III, Fig. 5). Wie Kowalevsky gezeigt und durch gute Abbildungen erläutert hat, setzt sich das Ganglion aus zwei verschiedenen Substanzen zusammen, aus einer feinfaserigen Masse und aus kleinen Ganglienzellen. Die Faser- oder Punktsubstanz (p), wie sie Leydig bei Würmern und Arthropoden genannt hat, liefert den Kern des Nervenknotens; im lebenden Zustand durchscheinend sieht sie nach Reagentienbehandlung feinkörnig aus und bräunt sich besonders stark in Osmiumsäure. Die Ganglienzellen (gz) bilden um den faserigen Kern eine Rindenschicht, die indessen unvollständig ist; am dichtesten sind sie in der Circumferenz des hexagonalen Körpers angehäuft, dagegen umgeben sie die nach Aussen gewandte Fläche nur mit einem dünnen Ueberzug und an der unteren Fläche fehlen sie sogar ganz, so dass hier die centrale Fasermasse unmittelbar an die Stützlamelle angrenzt. (Taf. II, Fig. 1 und Taf. III, Fig. 5).

Aus der Fasersubstanz des Ganglions nehmen vier stärkere und sechs schwächere Nerven ihren Ursprung (Taf. III, Fig. 2 u. 5). Zwei Hauptstämme ($n^2$) gehen von den vorderen Ecken des Hexagons aus, verlaufen in gerader Richtung dicht bei einander bis zum vorderen Rande des Kopfes und senken sich hier in das Mesoderm desselben hinein, wo wir sie später weiter zu verfolgen haben werden. Ihrer Lage und Function nach nennen wir sie die vorderen motorischen Nerven des oberen Schlundganglions. Die zwei anderen gleich starken Hauptstämme ($n^1$) sind die Commissuren, welche zur Verbindung mit dem Bauchganglion dienen, sie treffen die seitlichen Ecken des Hexagons. Von den sechs schwächeren Nerven, welche alle nur sensible Fasern enthalten, entspringen zwei vom vorderen seitlichen Rand des Nervenknotens, um sich in der Haut des Vorderkopfes zu verbreiten, die vier hinteren Nerven entspringen zu je zwei von den beiden hinteren Ecken des Hexagons. Es sind die Nervi optici und olfactorii; die ersteren (no) sind nach Aussen gelegen, sie divergiren etwas nach rückwärts und erreichen nach kurzem Verlaufe, ohne seitlich Fäserchen abgegeben zu haben, die kleinen Augen; etwas nach einwärts von ihnen nehmen die beiden Riechnerven (nr), deren feinere Verästelung schon früher beschrieben wurde, ihren Weg zum unpaaren Geruchsorgan.

Das Bauchganglion, welches an Grösse das Kopfganglion bedeutend übertrifft, nimmt etwa die Mitte des Rumpfsegmentes (Taf. I, Fig. 4 $g^1$) ein, ist von längsovaler Form und bei Sagitten, die abgestorben oder mit Reagentien behandelt worden sind, auch für das unbewaffnete Auge gut kenntlich als ein dunkler geronnener Körper. Da es vollständig ektodermal ist, so bedingt es bei denjenigen Chaetognathen, die eine dünne Epidermis besitzen, wie die Sagitta bipunctata und S. serrodentata, einen nach aussen vorspringenden Hügel, wesswegen es auch von manchen Autoren, die seine nervöse Natur geleugnet haben, als Bauchsattel bezeichnet wurde.

Bei der Untersuchung des feineren Baues unterscheidet man wieder eine faserige Mark- und eine zellige Rindensubstanz (Taf. III, Fig. 9). Erstere stellt einen breiten Strang (p) dar, welcher die Längsaxe des ovalen Ganglions durchsetzt und direct in die zwei vorderen und zwei hinteren Hauptnervenstämme ($n^1$ u. $n^4$) übergeht. Nach Behandlung mit Reagentien sieht sie feinkörnig wie die Leydig'sche Punktsubstanz aus, dabei lässt sie aber dicht bei einander stehende Quer- und Längsstreifen, die sich unter rechtem Winkel kreuzen, erkennen. Es rührt die Streifung ohne Zweifel davon her, dass die dicht zusammengedrängten Nervenfibrillen, die als solche nicht mehr unterscheidbar das Aussehen der Punktsubstanz hervorrufen, das Ganglion vorwiegend der Länge und Quere nach durchsetzen.

Die Ganglienzellen (gz) sind in grösserer Menge nur an den beiden Rändern des Bauchknotens angehäuft, während sie an der dorsalen und ventralen Fläche nur isolirt vorkommen; sie sind sowohl gegen die Epidermiszellen (ep) als auch gegen die Punktsubstanz (p) scharf abgegrenzt (Taf. II, Fig. 6, 10, 11) und sind der Hauptmasse nach von ausserordentlich geringer Grösse. Nur an den Rändern des Bauchknotens fallen einige wenig grössere Ganglienzellen mit runden bläschenförmigen Kernen auf (Taf. II, Fig. 11 $gz^1$). Das Zerzupfen macerirter Präparate lässt uns in die feinere Structur des Ganglions noch etwas weiter eindringen. Wie die Figur 10 auf Tafel III, welche von Sagitta hexaptera gewonnen wurde, zeigt, sind die grossen randständigen Ganglienzellen ($gz^1$) in Gruppen von zwei und drei vereinigt und entsenden ihre Fortsätze medianwärts durch die kleinzellige Schicht (gz) hindurch in die centrale Fasersubstanz (p); sie werden von einer Art Scheide aus indifferenten Epidermiszellen umhüllt, die am Rande des Bauchknotens die Interstitien zwischen den nervösen

Elementen ausfüllen. Nach innen folgen dann die kleinen, aber um so zahlreicheren Nervenzellen (gz), welche einen breiten Streifen formiren, und lassen nach der Marksubstanz Fibrillenzüge hindurchtreten, welche theils den grossen randständigen Ganglienzellen (gz¹), theils den peripheren, seitlich einmündenden Nerven (n) angehören.

Der Bauchknoten enthält von der Epidermis einen bei den einzelnen Arten verschieden dicken Ueberzug; bei der Sagitta serrodentata, deren Ektoderm verhältnissmässig dünn ist (Taf. II, Fig. 10), liegt er mit seiner convexen Oberfläche fast frei zu Tage, da er nur von einer einzigen Zellenschicht (ep) überzogen wird, die auf dem Querschnitt wie eine kernhaltige Membran aussieht. Bei der Spadella cephaloptera (Taf. II, Fig. 6 g¹) und Sagitta hexaptera (Taf. II, Fig. 11) dagegen wird er von einem 4—5 Zellen dicken Epidermislager (ep) bedeckt. Dabei zeigt die Sagitta hexaptera uns das bemerkenswerthe Verhältniss, dass das Ganglion an den Epidermisüberzug nicht unmittelbar anstösst, sondern sowohl von ihm als auch von der Muskulatur (m v) und ihrer Stützlamelle (s) durch einen Spalt (y) getrennt ist. Es befindet sich somit allseitig in einem mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraume und wird mit den Wandungen desselben durch dünne Faserzüge verbunden, welche hier und da Kerne enthalten und umgewandelte Epidermiszellen sind. Einige Kerne haften auch an der Stützlamelle, welche bei den anderen Arten unmittelbar an die dorsale Fläche des Bauchknotens grenzt. In Folge dieser Lage in einem Hohlraum ist es bei Sagitta hexaptera leicht, den Bauchknoten aus der Epidermishülle in toto unversehrt zu isoliren. Aehnliche in der Umgebung des Nervensystems entstandene epidermoidale Spalträume, nur von geringerem Umfang, wurden schon früher von uns am oberen und unteren Nervenring der Medusen beobachtet, beschrieben und abgebildet.

Ueber den feineren Bau des Bauchganglions findet man einige theils richtige, theils aber auch irrthümliche Angaben bei Kowalevsky (26 p. 10—11). Er beschreibt die Vertheilung der Rinden- und Marksubstanz und unterscheidet die kleinen und grossen Rindenzellen, letztere mit dicken centralen Fortsätzen; aber ausserdem macht er noch Angaben, die ich in keiner Weise habe bestätigen können. Erstens zeichnet er in die Marksubstanz ziemlich zahlreiche Zellen, dann schildert er in ihr zwei Höhlen, die er auf jedem Schnitte antraf, eine obere, die an ihren Ecken mit Epithel ausgekleidet war, und eine untere, welche die Form eines

Risses und zackige Ränder besass. Obwohl diese Höhlen an jungen Sagitten auf Querschnitten nicht nachgewiesen werden konnten, ist Kowalevsky doch der Ansicht, dass es keine durch Zerreissen des Gewebes entstandene Kunstproducte gewesen seien. Ich muss dennoch solches vermuthen. Denn bei den verschiedenen Arten, die ich untersucht habe, fand ich an sehr zahlreichen Präparaten nie einen Hohlraum in der durchaus compacten Marksubstanz. Mit Flüssigkeit erfüllte Spalten traf ich nur bei Sagitta hexaptera, dann aber nicht im Innern des Ganglions, sondern in seiner Umgebung an.

Das periphere Nervensystem, welches mit dem Bauchknoten in Verbindung steht, lässt sich bei der grossen Sagitta hexaptera vortrefflich untersuchen und gibt bei folgender Methode sehr instructive Bilder. Sagitten wurden 10—15 Minuten in das anderen Orts beschriebene Gemisch von Osmiumsäure und Essigsäure eingelegt, dann mehrmals in 0,2 % Essigsäure ausgewaschen und schliesslich in derselben einen Tag belassen, dann in dünnem Glycerin conservirt. Von derartigen Objecten kann man sich sonder Mühe grosse, nur aus der Epidermis bestehende Lamellen verschaffen, wenn man die Muskulatur von der Innenfläche durch Zupfen mit Nadeln und durch Pinseln vollständig entfernt.

Da die fest aneinander haftenden Epidermiszellen vollkommen durchsichtig sind, lassen sich die in Osmiumsäure geschwärzten Nerven, auch nachdem sie sich in feine Fibrillen aufgelöst haben, noch haarscharf erkennen. Durch Färbung in Carmin (Alauncarmin) treten dann ferner noch Ganglienzellen, welche hie und da in den peripheren Plexus eingeschaltet sind, deutlicher hervor.

Aus dem Bauchknoten (Taf. I, Fig. 4 und Taf. III, Fig. 9) entspringen 1) nach vorn die beiden Commissuren ($n^1$), 2) von jeder der langen Seiten in gleichmässigen Abständen von einander zehn bis zwölf dünne Nerven, 3) nach rückwärts zwei sehr ansehnliche Stämme ($n^4$). Die letzteren, welche wir in ihrer Verbreitung zunächst verfolgen wollen, versorgen die hintere Hälfte des Rumpfsegmentes und das ganze Schwanzsegment, sie gehen beide am hinteren Ende des Bauchknotens unmittelbar aus der Marksubstanz hervor und verlaufen eine Zeit lang dicht bei einander und parallel zur ventralen Medianlinie auf den zwei Bauchmuskeln nach rückwärts. Sie bestehen aus dicken neben einander liegenden Bündeln, jedes Bündel aus zarten Fibrillen. Wie das Ganglion selbst, liegen auch sie in der Epidermis inmitten eines weiten Spaltraums, welcher von einem Netzwerk faserig umgewandelter

Epidermiszellen mit Kernen durchsetzt wird, und lassen sich in Folge dessen leicht und unversehrt aus dem Ektoderm in grosser Länge herausziehen.

Weiter nach rückwärts divergiren die beiden Hauptstämme stärker und lösen sich hierbei, indem sie sich dem Rand der ventralen Muskelbänder nähern, noch ehe sie das Ende des Rumpfsegmentes erreicht haben, in eine grosse Anzahl dünnerer und dickerer Bündel auf, die unmittelbar eines neben dem andern noch eine Strecke weiter verlaufen und hierbei ein dichtes Geflecht erzeugen, wie es auf Tafel III, Figur 1 abgebildet worden ist. In der Mitte des Flechtwerks liegen die stärkeren, zu beiden Seiten die dünneren Stränge, sie alle hängen vielmals und in der verschiedensten Weise untereinander zusammen; bald löst sich ein starkes Bündel in zwei auf, um nach links und rechts mit den benachbarten zu verschmelzen, bald entsteht durch Verschmelzung von zwei oder drei Theilästen wieder ein stärkeres neues Bündel, bald zweigen sich unter spitzem Winkel nur feinere Stränge ab, um nach links oder nach rechts Verbindungen einzugehen, bald auch laufen dünne Stränge rechtwinklig zur allgemeinen Faserrichtung und verknüpfen eine Anzahl neben einander hinziehender Bündel. So werden aus den zwei ursprünglich compacten Nervenstämmen zwei immer breiter werdende gleichsam gefensterte Nervenstränge mit sehr engen, verschiedenartig geformten, meist aber etwas langgestreckten Maschen. In ihnen sind die stärkeren Bündel durch einen schmalen Spaltraum von ihrer Epidermisscheide getrennt, die kleineren liegen derselben dichter an.

Während ihres ganzen Verlaufes geben die 2 hinteren Hauptstämme alsbald nach ihrem Ursprung aus dem Bauchganglion kleine Fibrillenbündel ab, welche sich von ihrem lateralen Rande abzweigen und schräg nach rückwärts gewandt das Seitenfeld kreuzen und nach dem Rücken emporsteigen. Da wo der Nervenstamm sich ausbreitet und geflechtartig wird, sind die sich abzweigenden Fibrillenbündel gewöhnlich in der Zahl von 5—10 zu einem Strange vereint. Sie laufen in jedem Strange (Taf. III, Fig. 6) in geringer Entfernung nebeneinander her und verbinden sich häufig durch bald stärkere bald feinere Anastomosen, die meist unter spitzem Winkel, zuweilen aber auch rechtwinklig abgegeben werden. Somit stellt auch jeder der dorsalwärts gerichteten Nervenstränge wieder ein Geflechte dar, das aber aus dünneren Fäden und weiteren Maschen gebildet wird. Durch ihre Abgabe aber wird der Hauptnervenstamm immer mehr geschwächt

und er löst sich endlich selbst ganz in eine Anzahl schmaler Stränge auf, welche Bauch und Rücken des Schwanzsegmentes innerviren und von denen ein jeder aus einem Flechtwerk dünnerer und stärkerer Fibrillenbündel besteht.

In der geschilderten Weise wird die Nervensubstanz der beiden hinteren Stämme des Bauchganglions ziemlich gleichmässig über einen grossen Theil der Körperoberfläche in zahlreichen Bahnen verbreitet. Diese Bahnen sind nun aber nicht etwa vollständig von einander getrennt, sondern sie hängen allseitig zusammen durch zahlreiche Nervenfasern, die überall in der Epidermis vorgefunden werden. Dadurch dass sich dieselben in der mannichfachsten Weise durchkreuzen und durchflechten, entsteht ein über die gesammte Körperoberfläche ausgebreiteter Nervenendplexus, in welchem die oben beschriebenen Nervenstränge die einzelnen Sammelbahnen vorstellen.

Der Endplexus, der nur bei gelungener Einwirkung der Osmiumsäure, dann aber auch in aller Schärfe sichtbar wird, ist an manchen Stellen weniger, an andern besser entwickelt, am besten zwischen den in longitudinalen Reihen hintereinander angeordneten Tastorganen; von einer solchen Stelle ist er auch auf Taf. III, Fig. 4 bei mittelstarker Vergrösserung genau mit Hülfe des Prismas gezeichnet worden.

In geringer Entfernung vom rechten Rande der Zeichnung — das zu Grunde liegende Präparat entstammt der Rückengegend vom hinteren Drittel des Rumpfsegmentes — verläuft in dorsoventraler Richtung ein stärkerer Nervenfaden n*, der sich bis zu einem vom Hauptstamm abzweigenden Nervenstrang, welcher das Seitenfeld schräg kreuzt, zurückverfolgen lässt, er besteht aus einer in Osmiumsäure sich stark bräunenden homogenen Substanz, die sich haarscharf vom klaren ganz durchsichtigen Inhalt der Epidermiszellen abhebt. Eine fibrilläre Struktur ist weder an ihm noch an andern Fäden, die eine gleiche oder eine geringere Dicke besitzen, zu erkennen. Ausser dem stärkeren Faden nehmen noch andere feinere und feinste, aber ebenso scharf gezeichnete Nervenfasern ihren Weg theils in derselben Richtung, theils schräg, theils rechtwinklig zu ihm; wo sie sich kreuzen, verschmelzen sie gewöhnlich deutlich untereinander und erzeugen an den Knotenpuncten bald dreieckige, bald oblonge Anschwellungen. So wird ein überall sich ausdehnendes Netzwerk hergestellt, dessen Maschen bald drei-, bald vier-, bald vieleckig, hier quadratisch, dort ob-

long, dort rhombisch sind. Auch ihre Grösse variirt innerhalb weiter Grenzen; die grossen Maschen sind gewöhnlich aus etwas dickeren Fädchen gebildet und können dann durch feinere Fädchen noch weiter in mehrere kleinere Maschen zerlegt werden. Im Netzwerk kann man ferner stärkere Fäden, welche auf grössere Strecken die Epidermis durchsetzen, von kürzeren und schwächeren unterscheiden, die hauptsächlich zur Verbindung und Anastomosenbildung dienen. Die ersteren nehmen theils in dorsoventaler theils in longitudinaler Richtung ihren Weg; die longitudinalen aber finden sich namentlich entlang den Reihen der Tastorgane (t), deren zwei auf dem vorliegenden Präparate enthalten sind. Der Faden n† war den Tastorganen entlang noch in grosser Ausdehnung nach vorn und hinten weiter zu verfolgen.

Wie gesagt, ist der Plexus nicht überall von derselben Dichtigkeit. In der Figur 4 — und dies kann im Allgemeinen als Regel gelten — ist er unter den Tastorganen (t) und auf der Hautstrecke zwischen ihnen am engmaschigsten, dann folgen immer weitere Maschen, je grösser die Entfernung wird.

An der Zusammensetzung des peripheren Nervensystems der Sagitten betheiligen sich noch vereinzelte Ganglienzellen (gz), die ich bisher in der Schilderung übergangen habe, um sie jetzt im Zusammenhang besprechen zu können. Sie kommen sowohl in den grösseren Nervenstämmen, als auch in dem Endplexus vor. In den ersteren erscheinen sie als kleine, von etwas Protoplasma umgebene Kerne, welche zum Nervensystem gerechnet werden müssen, weil sie in die Epidermisscheide mit eingeschlossen sind und wenn der Nerv durch Zerzupfen freigelegt wird, an dem Fibrillenbündel haften bleiben.

Viel zahlreicher sind die Ganglienzellen in dem Endplexus, in welchem sie auch in ihrer Grösse ganz ausserordentlich variiren. Sehr leicht zu übersehende, in Osmium gebräunte und einen kleinen Kern einschliessende Protoplasmakörper, welche von den grossen durchscheinenden Riffzellen der Epidermis sehr abstechen, gehen mit ihren 3, 4 oder mehr Ausläufern in das Nervenendnetz ein (Taf. III, Fig. 4, 6, 11, gz). Gewöhnlich bilden sie den Mittelpunkt recht zahlreicher Durchflechtungen, meist treten sie isolirt, selten mehrere zusammen auf. Häufig trifft man ein characteristisches Bild, wie es auf Taf. III (Fig. 1, 6, 8 gz*) dargestellt ist. Zwei oder drei dicht nebeneinander herziehende stärkere Nervenfasern sind eine jede an identischen Stellen ihres Verlaufes mit kernhaltigen Anschwellungen versehen und diesen entsprechend durch

eine feine Queranastomose verbunden. — Während die kleinen Ganglienzellen nur bei stärkeren Vergrösserungen erkannt werden, sind andere, welche den gleichen Durchmesser wie die grossen Ganglienkugeln des Bauchknotens erreichen, schon bei schwachen Systemen leicht aufzufinden. Es sind kugelige oder ovale mit grossem rundem Kern versehene Körper (Taf. III, Fig. 7 und 12 $gz^1$); in Folge von Schrumpfung füllen sie den ursprünglichen Hohlraum in der Epidermis nicht mehr ganz aus, so dass sie durch einen hellen von Flüssigkeit erfüllten Spalt von den sie begrenzenden Riffzellen getrennt werden; theils geben sie zwei und mehr dicke Ausläufer ab, die sich alsbald theilen und mit dem Endplexus in Verbindung treten, theils sind sie in den Verlauf stärkerer Fasern eingeschaltet, namentlich solcher, welche vom Hauptstamme nach dem Rücken aufsteigen (Taf. III, Fig. 12). Die grossen Ganglienzellen fand ich immer nur vereinzelt in der Haut vor und zwar wie mir schien, häufiger am Rande des Geflechtes, in welches sich der Bauchnerv auflöst (Taf. III, Fig. 1 $gz^1$) und in der unmittelbaren Nähe der Tastorgane (Taf. III, Fig. 4 und Fig. 7).

Ueber die anderen Nerven, welche noch der Bauchknoten aussendet, bleibt nur Weniges hinzu zu fügen. Von den 10 bis 12 dünnen Stämmchen, welche in regelmässigen Abständen die linke und rechte Seitenwand des Ganglions verlassen, nehmen die vordersten schräg nach dem Kopfe, die mittleren gerade aus nach dem Rücken und die hinteren wieder schräg nach dem Schwanzende zu ihren Weg und gehen so vom nervösen Centrum nach allen Richtungen wie die Strahlen von der Sonne aus; sie zerfallen alsbald nach ihrem Ursprung in schwächere Aestchen und versorgen, indem sie sich in den allgemeinen Endplexus auflösen, den mittleren Theil des Rumpfsegmentes.

Von dem vorderen Rande des Bauchknotens entspringen direct aus der faserigen Marksubstanz die zwei ansehnlichen Commissuren; sie divergiren bald und steigen, wenn sie am Kopfe angelangt sind, in der Kappe desselben schräg empor um sich in das obere Schlundganglion einzusenken. (Taf. I, Fig. $4n^1$, Taf. IV, Fig. 21 $n^1$.) In den Commissuren sind nach ihrer Verbreitung zwei verschiedene Nervenfasern zu unterscheiden, erstens solche, welche eine directe Verbindung zwischen dem Bauchganglion und dem oberen Schlundganglion bewirken, und zweitens Nervenfasern, die im vorderen Drittel des Rumpfsegmentes ihre Verbreitung finden. Letztere zweigen sich hie und da zu kleinen Bündeln vereint von den Hauptstämmen

ab und verästeln und verflechten sich wie in den anderen Bezirken der Epidermis. In Folge ihrer Abgabe sind die Commissuren bei ihrem Eintritt in das obere Schlundganglion auffallend schwächer als bei ihrem Ursprung aus dem Bauchknoten.

Soweit meine Beobachtungen über den feineren Bau des ektodermalen peripheren Nervensystems! Drei Punkte bei der Bildung desselben sind mir noch unklar geblieben; erstens ist es mir zweifelhaft, ob die stärkeren Fasern einfach oder noch aus Fibrillen zusammengesetzt sind, zweitens, ob die sich kreuzenden Fibrillen stets am Kreuzungspunkt verschmolzen sind oder auch zuweilen nur übereinander hinwegziehen, drittens sind mir die terminalen Nervenfädchen, welche zu den Tastorganen gehen werden, verborgen geblieben. Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Sinneszellen werden sie voraussichtlich auch von besonderer Feinheit sein und werden nur an guten Goldchloridpräparaten recht deutlich gemacht werden können. Versuche nach dieser Richtung hin wollten mir nicht gelingen. Jedenfalls ist der Sachverhalt nicht so einfach als es Langerhans darstellt, wenn er bemerkt, dass man periphere Nervenstämmchen meist leicht zu den Sinnesorganen verfolgen könne. Denn diese hängen nicht durch besondere „Nerven" sondern durch einen Plexus mit dem ventralen Hauptstamme und dem Bauchknoten zusammen.

Auf etwas grössere Schwierigkeiten stösst bei den Sagitten die Untersuchung des mesodermalen Theiles des Nervensystems, welcher im Kopfe eingebettet ist. Unter dem Präparirmikroskop muss man den Kopf zergliedern und durch vorsichtiges Zerzupfen die Nerven und Ganglien zwischen den Muskeln heraus zu präpariren suchen. Auf diesem Wege ist das Präparat gewonnen worden, welches auf Taf. III, Fig. 2 mit dem Zeichenprisma abgebildet worden ist und sich noch jetzt gut conservirt in meinem Besitz befindet. Um sich ferner mit der genauen Lage der mesodermalen Ganglien bekannt zu machen, muss man zu Schnittserien durch den Kopf seine Zuflucht nehmen.

Wie schon erwähnt, gehen vom oberen Schlundganglion ($g^2$) der Sagitten zwei starke Nerven (Taf. I, Fig. 16 $n^2$) nach vorne, dringen am vorderen Rande des Kopfes vor der medialen Reihe der Stacheln in das Mesoderm ein, steigen, indem sie fast rechtwinklig umbiegen, in dem Winkel, welchen Kopfdarm und Seitenwand des Kopfes zusammen beschreiben (Taf. II, Fig. 7 $n^2$) unmittelbar unter der äusseren Haut nach abwärts und schwellen alsbald jederseits zu einen ziemlich ansehnlichen Knoten an, wel-

cher das seitliche Kopfganglion heissen soll (Taf. II, Fig. 1 und 5 $g^3$ Taf. III, Fig. 2 $g^3$).

Dasselbe ist halbmondförmig (Taf. III, Fig. 3) und besteht zum grössten Theil aus Leydig's Punktsubstanz (p), zum geringeren Theil aus kleinen Ganglienzellen (gz), welche vorwiegend die gekrümmte Oberfläche bedecken. Es liegt ganz vorn in der Seitenwand des Kopfes (Taf. II, Fig. 1 und 5) nach Innen von dem Muskel, welcher sich an der inneren Stachelreihe (z) inserirt und grenzt mit der convexen Oberfläche an die Kopfhöhle ($c^1$) an. Zu den Muskeln des Kopfes entsendet es von verschiedenen Stellen seiner Oberfläche mehrere Nerven, die sich allseitig verbreiten, (Taf. III, Fig. 2 und 3) unter ihnen auch einen ansehnlichen Ast ($n^5$) welcher in die Muskelmasse der Greifhaken eintretend nach rückwärts verläuft (Taf. II, Fig. 3 $n^5$) und in ziemlicher Länge isolirt werden konnte.

Ausser dem grossen sind jederseits noch zwei sehr kleine mesodermale Ganglien zu beschreiben, welche gleichfalls an dem vom Schlundganglion in's Mesoderm übertretenden Nerven entwickelt sind. Das eine derselben ist ein vierseitiges Knötchen mit wenigen Ganglienzellen, es sitzt mit einer Seite unmittelbar dem Nervenstamme (Taf. III, Fig. 2 und 3 $n^2$) auf, ehe er zum seitlichen Ganglion des Kopfes ($g^3$) anschwillt, und könnte daher auch mit Recht als ein abgeschnürter Theil des letzteren betrachtet werden. Es gibt zwei dünnen Nervenästchen den Ursprung. — Das andere kleine Ganglion ($g^4$) ist von ovaler Form, mit wenigen Zellen versehen und durch einen dünneren Stiel mit dem Hauptnerv ($n^2$) gleichfalls etwas vor seinem Eintritt in's grössere Ganglion verbunden. Wie Durchschnitte gezeigt haben, liegt es im vordersten Theil der Darmwand (Taf. II, Fig. 1 und 5 $g^4$) und lässt einen feinen Nerven abzweigen, der sich wohl in der Muskulatur des Oesophagus ausbreitet (Taf. III, Fig. 2 und 3 $n^3$). Es kann daher als Buccalganglion bezeichnet werden.

Auch am mesodermalen Theil des Nervensystems der Sagitten ist mir ein Punkt unklar geblieben. Es liess sich nämlich die Art und Weise, in welcher die ventralen und dorsalen Muskelstreifen des Rumpf- und Schwanzsegmentes innervirt werden, durch Beobachtung nicht näher feststellen; weder sah ich zu ihnen besondere Nerven herantreten, noch gelang es mir überhaupt irgend wie Nervenfibrillen in ihrem Bereich nachzuweisen, woraus ich indessen keineswegs auf ein Fehlen derselben schliessen möchte. Vorläufig bin ich daher auf Muthmaassungen angewiesen und da

scheinen mir denn zwei Fälle möglich zu sein. Entweder könnten die zahlreichen und ziemlich starken Nerven, welche von den mesodermalen Kopfganglien ausgehen, nicht nur zur Innervirung der Kopfmuskeln dienen, sondern sich auch mit Endästchen in der Rumpfmuskulatur verbreiten. Oder es wäre denkbar, dass von dem in der Haut beschriebenen Plexus Fibrillen durch die Stützlamelle hindurch zu den Muskelstreifen herantreten. Der in der Epidermis gelegene Endplexus würde dann sowohl sensible als auch motorische Fasern gemischt enthalten.

Von den zwei aufgeführten möglichen Fällen gebe ich dem ersteren den Vorzug. Dann würde bei den Chaetognathen der ektodermale Nervenplexus rein sensibel sein, er würde nur dazu dienen, die von den Sinnesorganen aufgenommenen Reize auf das Bauchganglion zu übertragen, von hier würde der Reiz durch die Commissuren auf das obere Schlundganglion und von diesem durch die beiden vorderen starken Nerven, welche nur motorische Fasern enthalten, auf die mesodermale Muskulatur fortgeleitet. Sollte diese Annahme das Rechte getroffen haben, dann würden bei den Chaetognathen sensibles und motorisches Nervensystem von einander vollständig gesondert sein, ersteres wäre ektodermal, letzteres gleich den Muskeln mesodermal. Ich versuchte durch das Experiment in dieser Frage weiter zu kommen. Leider erwies sich hierzu die Sagitta hexaptera, weil sie so sehr leicht abstirbt, als ungeeignet.

Literatur. Das Nervensystem der Chaetognathen, von welchem frühere Beobachter keine Spur (aucune trace de système nerveux, d'Orbigny. 41. p. 140) haben wahrnehmen können, wurde im Jahre 1844 von Krohn bei der Sagitta hexaptera entdeckt und gleich von Anfang an so genau in allen Einzelheiten beschrieben, dass seitdem andere Forscher wenig Neues haben hinzufügen können. Nicht allein entdeckte Krohn (27. p. 12—13) das Bauchganglion und das obere Schlundganglion mit ihren peripheren Nerven und der sie beide verbindenden Commissur, sondern er verfolgte auch die beiden vorderen Nerven des Schlundganglions auf ihrem Weg zwischen den Muskeln des Kopfes und sah sie hier zu einem Knötchen anschwellen, von welchem dann Aestchen zu den Muskeln ausstrahlten. Nur in einen Irrthum ist Krohn verfallen. Er lässt nämlich aus dem hinteren Ende des Schlundganglions ausser den 2 Nervi optici noch 2 starke Nerven

entspringen, die sich in einem Bogen gegen die Mittellinie des Kopfes krümmen, mit einander verschmelzen und auf diese Art eine Nervenschlinge bilden sollen. Später hat Krohn (29. p. 269) diesen Irrthum selbst berichtigt, indem er die Nervenschlinge für einen eigenthümlichen Streifen der Kopfhaut erklärte. Der von ihm gesehene Streifen ist nichts anderes als das Riechepithel, welches bei Sagitta hexaptera eine birnförmige Figur beschreibt.

Hinter Krohn sind die späteren Beobachter mit Ausnahme von Langerhans in der Erkenntniss des Nervensystems zurückgeblieben, indem sie der im Kopf gelegenen Ganglien nicht wieder Erwähnung thaten und hinsichtlich anderer Punkte Unsicherheit hervorriefen. So bestätigte zwar Wilms (49) das obere Schlundganglion mit den Augennerven, gab aber irriger Weise an, am Bauch 2 Ganglien, ein vorderes kleineres und ein hinteres grösseres gesehen zu haben. Später suchte Busch (5. p. 97) nachzuweisen, dass der von Krohn und Wilms für ein Bauchganglion gehaltene Körper gar nicht zum Nervensystem gehöre, dass er manchen Individuen fehle, dass er ausserhalb der Körperwandungen liege und ohne Schaden abgestreift werden könne. Obwohl Krohn (28. p. 140 u. 29. p. 268) auf diesen Einwurf antwortete und auch Leuckart (31. p. 3 Anm. u. 34. p. 595) und andere seiner Ansicht beitraten, riefen Meissner (37ª. p. 639) und später Keferstein (23. p. 130) von Neuem Zweifel wach. Meissner bemerkte, dass an der dem Bauchganglion Krohn's entsprechenden Stelle sich ein eigenthümlicher, der Haut äusserlich aufsitzender, aus sehr kleinen Zellen und Körnern bestehender Bauchsattel befinde, von dessen Bedeutung er nur mit Sicherheit angeben könne, dass er durchaus nicht zum Nervensystem gehöre, überhaupt nicht im Innern des Thieres gelegen sei, sondern nur eine leicht ohne alle Verletzung abzustreifende Auflagerung auf einer der Hautschichten bilde. Dagegen beschrieb er 1) ein im Kopfe gelegenes, aus blasigen Abtheilungen bestehendes Gehirn, in welchem er Ganglienzellen mit Fortsätzen nachweisen konnte, und 2) ein Rückenmark, welches in der ganzen Länge von einer relativ tiefen Furche durchzogen, in zwei seitliche Hälften getheilt und vom Darm durch eine Chorda dorsalis getrennt werde. Mit Vorbehalt einer nochmals vorzunehmenden Untersuchung erklärte Meissner die Sagitta für ein Wirbelthier. Auch nach Keferstein ist „der Bauchsattel kein Ganglion, weil er ausserhalb der Muskelhaut des Thieres liege und mit dem Ge-

hirne, das man im Kopf erkennen könne, in keinem Zusammenhang stehe."

Meissner's falsche Angaben wurden durch Leuckart zurückgewiesen und Keferstein's Zweifel endgültig widerlegt durch Kowalevsky (26. p. 10), der einerseits den feineren histologischen Bau der Ganglien zum ersten Male beschrieb, andererseits zeigte, dass die Ganglienmasse nicht nur am Bauch, sondern auch am Kopfe ausserhalb der Muskulatur in die Epidermis eingebettet sei. Bei seinen Untersuchungen beging indessen Kowalevsky in so fern einen Irrthum, als er auf Grund von Querschnitten annahm, dass Hohlräume im Ganglion vorhanden seien.

Nach Krohn hat am genauesten Langerhans (30. p. 192) das Nervensystem der Sagitten untersucht. Er ist der einzige Forscher, welcher wieder der zwischen den Kopfmuskeln gelegenen Ganglien gedenkt. Er bezeichnete dieselben als ventrale Schlundganglien und die vom Kopfganglion zu ihnen tretenden Nerven als Schlundcommissuren. Von jedem ventralen Schlundganglion sah er median einen Nerven entspringen, nach der Mittellinie hinziehen und unmittelbar hinter dem Mund subcutan verlaufend sich mit dem der andern Seite vereinigen, wodurch im Kopf der Sagitten ein vollständiger Schlundring zu Stande kommt. Der Nachweis einer derartigen Nervenschlinge ist mir bei der Sagitta hexaptera nicht gelungen, so dass spätere Untersucher auf diesen Punkt ein besonderes Augenmerk werden zu richten haben. Ausserdem entdeckte Langerhans das auch von mir bestätigte kleine Ganglion, welches jederseits dem Schlund hart anliegt und nach hinten einen Nerven in die Wand des Darmes schickt, und nannte es mit Recht ein Buccalganglion.

Wie aus vorstehender Literaturübersicht hervorgeht, sind bis jetzt die Nervi olfactorii, obwohl sie dicker als die N. optici sind, noch nicht beschrieben worden; nur in einer Figur Kowalevsky's (Taf. X, Fig. 23) finde ich ihren Ursprung aus dem oberen Schlundganglion richtig abgebildet. Desgleichen wurde das periphere Nervensystem, dessen Ganglienreichthum unbemerkt blieb, noch niemals einer genaueren histologischen Analyse unterworfen.

### 4. Die Muskulatur.

Unmittelbar unter der Epidermis, von ihr nur durch eine dünne Stützlamelle getrennt, befindet sich die Muskelschicht, welche am Rumpf und Schwanz in sehr einfacher Weise gebaut ist, am Kopf hingegen eine reichere Gliederung erfährt. An den bei-

den hinteren Segmenten verlaufen die Muskelfasern, mit Ausnahme einer später zu erwähnenden Stelle, insgesammt longitudinal und parallel zu einander, wobei sie, wie schon Krohn (27. p. 6) gezeigt hat, in vier Zügen, zwei dorsalen und zwei ventralen, angeordnet sind (Taf. II, Fig. 4, 6, 8, 9 md u. mv). Dieselben wirken antagonistisch zu einander, indem durch ihre Verkürzung das Körperrohr abwechselnd nach oben und nach unten gekrümmt und so der Körper unter Mitwirkung der horizontal gestellten Flossen vorwärts geschnellt wird. Die ventralen und dorsalen Längsmuskeln trennt in der Seitenlinie ein muskelfreier Streifen, welcher bei den einzelnen Arten von verschiedener Breite ist. Schmal bei der Sagitta serrodentata, Spadella cephaloptera (Taf. II, Fig. 6 u. 9 sf) und Sp. draco nimmt er an Ausdehnung zu bei der Sagitta hexaptera und stellt eine dünnhäutige Stelle im Körper dar, welche allein aus der Epidermis, der Stützlamelle und nach Innen von ihr aus dem einschichtigen Epithel der Leibeshöhle besteht (Taf. IV, Fig. 23 sf). Verstärkt wird dieses muskelfreie Seitenfeld, wie wir es heissen wollen, nur im Bereich der Flossen, welche an ihm mit breiter Basis ihren Ursprung nehmen (Taf. II, Fig. 4 u. 8 $f^2$). Dorsal und ventral stossen die benachbarten rechten und linken Muskelbänder unmittelbar aneinander, so dass sie wie eine Masse erscheinen, und werden nur dadurch getrennt, dass im Rumpfsegment die Mesenterien, im Schwanzsegment die Längsscheidewand durch sie hindurchtreten, um sich an der Stützlamelle festzusetzen (Taf. II, Fig. 8 ld u. lv, Fig. 4 sl). Nach Innen wird die Muskulatur unmittelbar vom Epithel der Leibeshöhle bedeckt (Taf. II, Fig. 13), da auch hier wie nach der Epidermis zu jedwede Spur einer Stützsubstanz fehlt.

Um in die histologische Structur der Muskeln einen Einblick zu gewinnen, wurden Isolationen vorgenommen und Querschnitte angefertigt. Bei der Isolation, sei es in 20 % Salpetersäure oder in dünner Osmiumessigsäure erhält man ganz dünne aber breite und lange Muskelblätter, welche beiderseits in spitze Enden auslaufen und an ihrem inneren Rand gewöhnlich mit Epithelzellen der Leibeshöhle bedeckt sind (Taf. IV, Fig. 14). Wie bekannt, sind die Muskeln der Sagitten sehr deutlich quergestreift. Breitere Streifen wechseln mit schmälern ab, wie es im Grossen und Ganzen bei den Muskeln der Arthropoden und Wirbelthiere der Fall ist. Auf die so schwierige und viel discutirte feinere Structur der einfach und doppeltbrechenden Muskelsubstanz habe ich hierbei meine Untersuchung nicht ausgedehnt.

Ausser der Querstreifung deutet an den Muskelblättern auch noch eine Längsstreifung auf eine Zusammensetzung aus Fibrillen hin, welche indessen an Durchschnitten weit schärfer zu erkennen ist.

Auf Querschnitten sind die feinen Muskelblätter der Sagitten (Taf. II, Fig. 13) so angeordnet, dass sie senkrecht zur Körperoberfläche stehen und eines an das andere anschliessen, nur durch schmale helle Zwischenräume getrennt, in welche hie und da ein ovaler Kern (mk) eingeschaltet ist. In der Mitte eines jeden Muskelbandes sind die Blätter am höchsten und nehmen von da nach den Rändern, namentlich nach der Seitenlinie zu, an Höhe etwas ab; bei der Sagitta hexaptera aber werden sie so niedrig, dass sie endlich in eine einfache Lage von Muskelfibrillen übergehen, welche auf dem Querschnitt als Körner erscheinen. Die Fibrillen nehmen einen Theil des breiten Seitenfeldes ein und verlieren sich allmählich.

Bei starken Vergrösserungen (Taf. II, Fig. 13) untersucht zeigt sich jedes Muskelblatt aus zwei Lagen von Fibrillen zusammengesetzt, welche durch eine schmale Scheidewand, die von der Stützlamelle ausgeht und auf dem Querschnitt als helle Linie bemerkt wird, von einander getrennt werden. Die Fibrillen sind bandförmig abgeplattet und sitzen mit ihrer einen Kante an der Scheidewand fest, wie die Radien einer Vogelfeder an dem Schaft. Am freien Rande des Blattes gehen die Fibrillen der einen Seite in die der andern continuirlich über, während sie am andern Rand durch die an die subepidermale Stützlamelle befestigte Scheidewand getrennt bleiben. Dagegen schliessen hier die Fibrillen der Nachbarblätter ohne Grenze aneinander. In Folge dessen sind die schmalen Zwischenräume zwischen den Muskelblättern, in welchen die schon erwähnten Kerne eingelagert sind, nur nach der Leibeshöhle zu geöffnet.

Im Anschluss an den histologischen Befund sind zwei Fragen näher zu erörtern: 1) in welchen Zellen haben wir die Bildungszellen der Muskulatur zu suchen und 2) in welchem Verhältniss stehen die Muskelelemente der Chaetognathen zu denjenigen anderer Thiere. Bei Erörterung der ersten Frage wird es wohl auf keinen Widerspruch stossen, wenn wir die zwischen den Blättern gelegenen Kerne als Muskelkörperchen in Anspruch nehmen; dagegen kann discutirt werden, ob es die einzigen Bildungszellen der contractilen Substanz sind oder ob auch Epithelzellen der Leibeshöhle, die ja mit dem Rand der

Blätter auf das innigste verbunden sind, die gleiche Rolle spielen. Das letztere scheint mir das wahrscheinlichere zu sein. Denn erstens ist bei der Sagitta hexaptera (Taf. II, Fig. 11) die Anzahl der zwischen den Muskelblättern gelegenen Zellen eine ausnehmend geringe und zweitens fehlen letztere ganz an den Stellen, wo die Muskelstreifen an ihren Rändern sich abflachen und nur eine glatt ausgebreitete Faserschicht bilden. Hier sind die einzigen zelligen Elemente, welche für die Ausscheidung der contractilen Substanz verantwortlich gemacht werden können, die Epithelzellen der Leibeshöhle.

Was zweitens das Verhältniss anbetrifft, in welchem die Muskelelemente der Chaetognathen zu denjenigen anderer Thiere stehen, so ergeben sich an die Arthropoden und Wirbelthiere keine Anknüpfungspunkte, da etwas den Muskelprimitivbündeln derselben Entsprechendes hier nicht vorhanden ist. Anstatt in Bündeln sind die Muskelfibrillen in Blättern angeordnet. Das erinnert, wenn wir von andern Würmern absehen, an manche Vorkommnisse bei den Coelenteraten. Ich wüsste zwischen einem Muskelblatt einer Sagitta einerseits und einer Carmarina etc. andererseits nur unwesentliche Verschiedenheiten hervorzuheben, dass hier die Stützlamelle des Blattes deutlich entwickelt, dort sehr unscheinbar ist, dass hier die Interstitien zwischen den aneinander liegenden Blättern etwas breiter, dort schmäler sind. Wenn somit bei Chaetognathen und Coelenteraten vergleichbare Bildungen vorliegen, so werden wir sie uns auch in der gleichen Weise entstanden denken dürfen; wir werden annehmen, dass ursprünglich bei den Chaetognathen die Muskelfibrillen in einer dünnen Lamelle ausgebreitet waren, wie dies bei der Sagitta hexaptera noch an dem Seitenfelde der Fall ist, dass darauf die Lamelle stärker wachsend sich in Falten gelegt und Blätter hervorgerufen hat. Im Anschluss hieran lässt sich dann ferner noch ein wichtiges Verhältniss erörtern. Haben die Bildungszellen der Muskellamellen nach aussen nach der Epidermis oder nach innen nach der Leibeshöhle zu gelegen? Letzteres kann allein nach den vorliegenden Befunden angenommen werden. Wie bei den Coelenteraten die Thäler zwischen den Muskelblättern, je nachdem diese ektodermale oder entodermale Bildungen sind, sich nach aussen oder nach innen öffnen, so öffnen sich bei den Sagitten die Interstitien zwischen den Blättern nach der Leibeshöhle zu; die in den Interstitien beschriebenen

Muskelkörperchen können folglich nur auf der Innenseite der ursprünglichen Muskellamelle gelegen haben und wurden durch diese von Anfang an von der Epidermisschicht getrennt. Es ist dies ein neues Moment zu Gunsten der Ansicht, dass auch im Coelomepithel noch Myoblasten zu suchen seien.

Bei den meisten Chaetognathen kommen im Rumpf- und Schwanzsegment nur Längsmuskelzüge vor; dahingegen macht unter den von mir untersuchten Arten die Spadella cephaloptera eine Ausnahme, indem bei ihr auch transversale Muskelfibrillen auftreten (Taf. II, Fig. 6 mt). Dieselben sind gleichfalls quergestreift und erzeugen eine dünne Schicht, welche einen jeden ventralen Muskelstreifen (mv) nach der Bauchhöhle zu bedeckt. Sie sind insofern beachtenswerth, als bei manchen Anneliden wie z. B. beim Polygordius[1]) ganz die gleiche Anordnung der Muskulatur wiederkehrt.

Von den Muskeln am Kopf der Chaetognathen, welche eine nicht unerhebliche Complication erreichen, ist es schwer sich eine vollkommene Vorstellung zu bilden. „Die Kleinheit derselben", bemerkt schon Krohn, (27. p. 7) „hat meine sorgsamsten Untersuchungen vereitelt, und wurden auch der Verlauf und die Insertionen einzelner erkannt, so war es mir andererseits nicht möglich über ihre Wirkung ins Klare zu kommen." Auch dadurch, dass ich Quer-, Sagittal- und Horizontalschnitte durch den Kopf hindurch legte, ist mir doch die Muskelvertheilung nicht nach allen Richtungen klar geworden.

Zunächst haben wir zu unterscheiden zwischen den Muskeln der Kappe und den Muskeln des eigentlichen Kopfes.

Die Kappe ist im Grossen und Ganzen arm an Muskeln. Um Vertheilung und Verlauf derselben zu sehen, verfährt man am besten so, dass man einen Kopf mit dem zunächst angrenzenden Rumpfstück dorsal der Länge nach spaltet und flach ausbreitet; dann entferne man durch Zupfen mit den Nadeln vorsichtig die Greifhaken und Stacheln mit der anhaftenden Muskelmasse und den Darmkanal, bis die Kopfkappe im Zusammenhang mit der Rumpfwand frei gelegt ist (Taf. IV, Fig. 21). Man gewahrt dann, dass im ventralen schmalen Theil des Häutchens in querer Richtung quergestreifte Muskelfasern (m) verlaufen und

[1]) B. Hatschek, Studien über Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zoolog. Instituts zu Wien. Bd. I, Heft 3.

sich von hier nach dem Rücken des Kopfes in drei Zügen ausbreiten. Einige folgen dem freien Rand der Kappe, andere begleiten den vom Bauchganglion zum Kopf emporsteigenden Nervenstrang ($n^1$), welcher seinen Weg in der Kappe nimmt und sich schräg nach vorne zum Schlundganglion ($g^2$) begiebt; andere endlich strahlen schräg von unten nach oben nach den Augen (au) zu aus. Alle diese dünnen Muskelzüge müssen, wenn sie sich contrahiren, die Kappe über den Greifapparat herüberziehen und ihn an die Kopfwand anpressen. Sie stellen daher eine Art Sphincter oder Herabzieher dar. Antagonistisch zu ihnen wirkende Fasern sind nicht vorhanden und können fehlen, da die Greifhaken, wenn sie sich aufrichten, von selbst die bedeckende Membran nach hinten und oben zurückstreifen müssen.

Ich benutze zugleich diese Gelegenheit um über den Bau der Kopfkappe, mit deren Ansatzstellen wir schon früher bekannt geworden sind, einige Bemerkungen einzuschalten. Die Kappe ist durch eine vollständige Faltenbildung der gesammten Kopfwandung, da wo diese in den Rumpf übergeht, entstanden; daher besteht sie auch, wie schon Krohn beschrieben hat, aus zwei Blättern, die am Ursprung eine kleine Strecke weit getrennt bleiben, dann untereinander verschmolzen sind. Auf beiden Seiten ist sie mit grossen polygonalen Ektodermzellen bedeckt, dieselben liegen einer dünnen mesodermalen Schicht auf, welche die Muskelfibrillen enthält und vom Mesoderm des Kopfes abstammt. An der Stelle, wo die Kappe lateral an der Grenze von Kopf und Rumpf festsitzt (Taf. II, Fig. 7 kk), ist sie an ihrem Ursprung verdickt, und es hat sich zur Stütze Gallerte (w) in ihr in ähnlicher Weise wie in der Basis der Seitenflossen entwickelt. Die Gallerte bietet auf einem Horizontalschnitt die Form eines Keiles dar, welcher mit breiter Basis seitlich an der Rumpfwand befestigt ist und nach aussen allmählich in eine Schneide ausläuft.

Im Ektoderm der Kappe sind einige wichtige Organe eingebettet: 1) die vom Bauchganglion zum Schlundganglion emporsteigenden Verbindungsstämme (Taf. II, Fig. 7 $n^1$, Taf. IV, Fig. 21 $n^1$) und 2) die Augen mit den Sehnerven (Taf. II, Fig. 2 au). Ausserdem ist die Spadella cephaloptera noch mit einer eigenthümlichen Bildung versehen, welche bei keiner andern Art beobachtet worden ist (Taf. I, Fig. 6 te). Etwa im Querdurchmesser der Augen entspringt auf jeder Seite von der Kopfkappe ein tentakelartiger kurzer Fortsatz, der etwas nach vorn gebogen ist und mit einer keulenartigen Anschwellung endet. Dem Beobach-

ter fällt er sofort auf, da er mit braunpigmentirten Zellen erfüllt ist. Anatomisch ist der Fortsatz nichts anderes als ein Auswuchs der Kopfkappe, von welchem mir nicht mehr erinnerlich ist, ob er contractil ist. Busch (5. p. 96), welcher ihn zuerst beschreibt, nennt ihn einen Tentakel, der eingeschlagen und ausgestreckt werden könne. Pagenstecher hat wohl dasselbe Organ bei der Sagitta gallica gesehen (42. p. 309), wennschon er von ihm eine abweichende Beschreibung entwirft. Auf dem Dorsum des Kopfes liege nach aussen und nach vorn von den Augen jederseits eingebettet in die Haut ein kleiner Schlauch, dessen Wandungen mit braunen Pigmentmolecülen gefärbt seien. Er vermuthet, dass die Schläuche mit einer feinen Oeffnung nach Aussen münden, und lässt es unentschieden, ob sie Geruchsorgane oder Drüsen, ähnlich den Halsdrüsen der Nematoden, seien. Mir scheinen die beiden Fortsätze überhaupt keine grössere Bedeutung zu besitzen. Denn auch Tastorgane, woran man noch am ehesten denken könnte, können es nicht sein, da an ihrer Spitze spindliche Sinneszellen fehlen.

Hiermit beschliesse ich den Excurs über die Kopfkappe, welche von allen älteren Forschern allein Krohn (27. p. 6) genauer gewürdigt hat. Wilms (49. p. 10) fertigt sie mit den kurzen Worten ab: Tenera membrana retractilis tamquam vagina superiorem lateralesque superficies capitis et aculeos ipsos circumvelat. Manche Forscher erwähnen dieselbe gar nicht, obwohl sie eine für alle Sagitten charakteristische Bildung ist.

Zu den eigentlichen Kopfmuskeln übergehend, sondere ich dieselben in vier Gruppen, 1) in die dorsalen Längsmuskeln, 2) in die seitlichen zur Bewegung der Greifhaken bestimmten Muskelmassen, 3) in den ventralen Quermuskel und 4) in die kleinen Muskelchen, welche den Vordertheil des Kopfes ausfüllend an den Reihen der Zähnchen inseriren.

1. Wenn man den Rücken des Kopfes mit dem oberen Schlundganglion und den Augen frei präparirt (Taf. IV, Fig. 21), so sieht man, dass die dorsalen Muskelstreifen des Rumpfes (md) an der Kopfgrenze nicht enden, sondern sich zum Theil noch weiter nach vorn fortsetzen. Die auf den Kopf übertretenden Fibrillen convergiren nach innen und bilden zwei schmale Bündel, welche dicht aneinander gepresst in der Mittellinie bis zum Schlundganglion reichen und unter ihm zugespitzt enden; wie auf jedem Querschnitt zu erkennen (Taf. II, Fig. 2 u. 3 md), schieben sie sich zwischen Ektoderm und obere Wand des Kopfdarms ein. In ihrem

schmalen Bereiche allein liegt die dorsale Kopfwand frei zu Tage. Links und rechts von ihnen dehnt sich schon die Insertion der Kappe (kk) bis nach vorn aus und verhüllt die seitlichen Kopforgane.

2. Die Muskeln der Greifhaken (Taf. II, Fig. 2, 3, 7) sind die ansehnlichsten im Kopf und verursachen auf jeder Seite zwei mächtige, lateral gelegene Wülste, welche die Kopfhöhle ($c^1$) fast vollständig ausfüllen und vom Vorderdarm nur durch einen schmalen Spalt getrennt sind. Wenn sie contrahirt sind, springen sie nach aussen seitlich hervor und bedingen eine nicht unerhebliche Verbreiterung und eine entsprechende Verkürzung des Kopfes. Sie bestehen aus feinen quergestreiften Muskelfibrillen, zwischen welchen zahlreiche Kerne in Streifen zusammengedrängt sind. Einerseits haften die Fibrillen an der dorsalen ($x^2$), andererseits an der ventralen Kopfplatte ($x^3$) fest, welche in ihrer Lage schon früher beschrieben worden sind und zwischen welchen die Greifhaken (v) ihren Ansatz am Kopfe finden. Indem sie den Zwischenraum zwischen beiden Platten ausfüllen, sind sie in einige Bündel gesondert, deren Verlauf, wie Krohn mit Recht bemerkt, schwer zu entwirren ist. Der Hauptttheil der Muskelfibrillen scheint sich mir direct von der einen zur anderen Platte zu begeben. Durch einen Spaltraum von ihm getrennt (Taf. II, Fig. 3 u. 7) verläuft in schräger Richtung zu ihm ein kleinerer Faserzug, der von der dorsalen Platte entspringt und an den Basen der Greifhaken endet. Ueber die Wirkung dieser Theile scheint es mir schwer aus den Quer- und Flächenschnitten eine richtige Anschauung zu erhalten. Ein Theil der Fasern wird das Aufrichten, ein anderer das Einschlagen der Greifhaken bewirken, wobei mir Verstellungen der beiden Platten eine Rolle zu spielen scheinen.

3. Ventralwärts sind die seitlichen Muskelmassen der Greifhaken unter einander verbunden durch einen starken Quermuskel, der in kurzer Entfernung hinter dem Mundspalt liegt und den Kopfdarm von unten her umgiebt (Taf. II, Fig. 3, Taf. I, Fig. 17). Seine Aufgabe wird sein, den Eingang zum Kopfdarm zu verengern.

4. Das vordere Ende des Kopfes (Taf. II, Fig 1 u. 5) wird von einer Anzahl kleinerer Bündel ausgefüllt, die theils dorsal, theils ventral von den Kopfwandungen ausgehen und von hinten nach vorn verlaufen. Da sie wenig gesondert, weil nicht durch Bindegewebe von einander getrennt sind, ist es mir nicht möglich, sie einzeln für sich zu beschreiben. Sie dienen zum Heben und Senken der zwei Paar Stachelreihen (z), indem sie

sich an die ihnen zum Stützpunkt dienenden Schienen ($x^1$) ansetzen. Zwischen und nach einwärts von den Muskelchen liegen die Ganglien ($g^3$), von welchen die zahlreichen Aeste zu den verschiedenen Muskelgruppen abgegeben werden.

### 5. Der Darmkanal mit seinen Mesenterien.

Den einfach gebauten Nahrungsschlauch der Chaetognathen können wir in Kopf- und Rumpfdarm eintheilen. Der erstere beginnt mit der spaltförmigen Mundöffnung, welche weit vorn und an der unteren Seite des Kopfes in longitudinaler Richtung angebracht ist (Taf. I, Fig. 17 o), und stellt einen in querer Richtung zusammengedrückten Schlauch dar, welcher (Taf. II, Fig. 1—3) oben und unten mit den Wandungen des Kopfes verwachsen ist und die enge Kopfhöhle vollständig in einen linken und rechten Spaltraum ($c^1$) zerlegt. Er wird ausgekleidet von einer Schicht hoher cylindrischer Zellen, die mit glänzenden kleinen Körnern dicht erfüllt sind und den Kern unmittelbar an ihrer Basis bergen. Auf die Stützlamelle folgt nach aussen ein besonderes muskulöses Darmfaserblatt (Taf. II, Fig. 7 df). Die in einer einfachen Schicht angeordneten Muskelfibrillen (mi) verlaufen dorsoventral und dienen demnach zur Verengerung des Mundrohres.

Der Rumpfdarm verengert sich bei seinem Durchtritt durch das vordere Querseptum (Taf. II, Fig 7 st), erweitert sich dann rasch wieder und verläuft in völlig gerader Richtung durch die Rumpfhöhle hindurch (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 d). Wenn wir von zwei seitlichen Ausstülpungen absehen, die bei der Spadella cephaloptera an seinem Anfangstheil unmittelbar hinter dem Querseptum entwickelt sind (Taf. I, Fig. 6), so fehlen ihm bei den Chaetognathen Anhangsorgane und drüsige Bildungen jeder Art. Der Rumpfdarm ist ebenfalls im Querdurchmesser zusammengedrückt, (Taf. II, Fig. 6, 8, 9) und theilt, da er dorsal und ventral durch ein kurzes Mesenterium (ld u. lv) an den Leibeswandungen befestigt ist, die Rumpfhöhle wie eine Scheidewand in eine linke und rechte Abtheilung. An dem hinteren Querseptum angekommen (Taf. I, Fig. 4 st), biegt der Darm rechtwinklig um und verengert sich trichterförmig, um durch den kleinen ventral gelegenen After (af) auszumünden. Derselbe nimmt die Mitte eines rhombischen, muskelfreien Feldes ein, das dadurch entsteht, dass vor dem After die ventralen Muskelzüge auseinander weichen und in einiger Entfernung hinter ihm wieder in der Mittellinie zusammenrücken.

Das Darmepithel (Taf. II, Fig. 6 und 8) ist einschichtig und mit zarten Flimmern bedeckt, welchen allein, da eine Muskulatur im Darmfaserblatt fehlt, die Fortbewegung der Nahrungsstoffe obliegt. Die grossen Epithelzellen sind je nach den Arten entweder cylindrisch oder cubisch mit basal gelegenem Kern; einige haben einen homogenen protoplasmatischen Inhalt, andere sind mit grossen glänzenden Körnern erfüllt in derselben Weise wie die Drüsenzellen im Entoderm der Actinien (Tafel IV, Figur 16). Durch Aufquellen der Körner wird wohl ein schleimiges Secret geliefert werden, welches bei der Verdauung eine Rolle spielen mag. Die Körnerzellen sind grösser wie die übrigen, von welchen sie kranzartig eingeschlossen werden.

Nach Aussen folgt auf die Epithelzellen das Darmfaserblatt (Taf. IV, Fig. 15, 16, 22 df), welches aus einer einfachen Schicht parallel angeordneter feiner Stützfasern besteht, die von einem Mesenterium zum andern in dorsoventraler Richtung verlaufen. Hie und da treten an ihrer Innenseite die Kerne ihrer Bildungszellen hervor (Taf. II, Fig. 6, Taf. IV, Fig. 15 df), welche wahrscheinlich eine zusammenhängende Endothellage nach der Rumpfhöhle zu erzeugen. Festgestellt konnte dieser Punkt nicht werden, da am Meere Silberpräparate zur Demonstrirung der Zellgrenzen von mir nicht angefertigt worden sind.

Die Faserschicht des Darmkanals geht in das dorsale und das ventrale Mesenterium über, welche bei Sagitta hexaptera am besten entwickelt sind. Das erstere stellt eine dünne Lamelle (Taf. IV, Fig. 15) dar, gebildet aus zahlreichen parallelen und vom Darm nach der Leibeswand zu ausgespannten feinen Stützfasern. Viele abgeplattete Zellen, kenntlich an ihren Kernen, bedecken die Oberfläche der Fasern und sind namentlich in der Nähe des Darms und der Leibeswand in einem Streifen dichter zusammengehäuft. Hie und da zeigt das Mesenterium, wo es sich an die dorsale Rumpfwand ansetzt, grössere und kleinere ovale Lücken, die durch Rarefication des Gewebes in ähnlicher Weise entstanden sind, wie die Löcher im Netz der Wirbelthiere.

Vor dem dorsalen Mesenterium zeichnet sich das ventrale (Taf. IV, Fig. 22) dadurch aus, dass es noch stärkere Faserzüge enthält, die in geringen Entfernungen von einander Darm und Rumpfwand verbinden und dass sich zwischen diesen häufiger grössere Fenster entwickelt haben. Dadurch kann es stellenweise den Eindruck einer Lamelle ganz verlieren, wie denn auch Krohn und Wilms den Darmkanal nur dorsal durch ein einfaches Band,

ventral durch zahlreiche dünne, fibröse, meist ästige Stränge befestigt sein lassen.

Literatur. Von dem Verlauf und der Befestigung des Darmkanals geben Krohn, Wilms und spätere Forscher eine richtige Beschreibung, wenn wir von ihren histologischen Angaben absehen. Dagegen habe ich Angaben von Souleyet, von Leuckart und Pagenstecher nicht bestätigen können. Souleyet bemerkt, dass im unteren Mesenterium ein Gefäss verlaufe, von dem er weder den Anfang noch das Ende habe auffinden können und über dessen Natur er selbst noch einige Zweifel hege (10. p. 650). Leuckart und Pagenstecher (34. p. 596 u. 42. p. 309) sprechen den Sagitten eine eigentliche Leibeshöhle ab, weil ihr Darm nicht bloss durch die Mesenterien, sondern ausserdem überall durch glatte, zu einem wahren Netze zusammentretende Stränge wie bei den Nematoden befestigt sei. Von solchen ist nun aber am lebenden Thiere und auf Querschnitten nichts zu bemerken. Was Leuckart und Pagenstecher als Netz von Strängen bezeichnen, ist weiter nichts, als der beim abgetödteten Thiere geronnene Inhalt der Rumpfhöhle.

### 6. Die Geschlechtsorgane.

#### a. Die Eierstöcke.

Bei geschlechtsreifen Thieren werden die beiden Höhlen des Rumpfsegments in ihrem hintern Abschnitt fast vollständig von den zwei Ovarien ausgefüllt, welche links und rechts vom Darmkanal gelegen von der hinteren Querscheidewand nach vorn bis zum Bauchganglion oder noch über dasselbe hinaus bis zum Kopfe heranreichen. Es sind mehr oder minder cylindrische Körper (Taf. I, Fig. 3, 4, 6e), ziemlich frei beweglich und nur seitlich an der Rumpfwand in ihrer ganzen Länge durch ein dünnes kurzes Mesenterium (Taf. IV, Fig. 13 e) befestigt, welches seinen Ansatzpunkt da findet, wo das ventrale Muskelband (mv) an das Seitenfeld anstösst. Nach hinten, wo das Ovarium bis zur Querscheidewand heranreicht, dehnt sich das Mesenterium auch auf diese noch eine Strecke weit aus.

An jedem cylindrischen Körper sind schon bei Untersuchung des lebenden Thieres zwei Theile zu unterscheiden, 1) ein ziemlich enger Kanal, der Oviduct, und 2) der Eischlauch oder das Ovarium im engeren Sinne.

Der Oviduct (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 el) dehnt sich an der

äussern Seite des Ovarium in seiner ganzen Länge aus und grenzt, wie Querschnitte (Taf. IV, Fig. 13 el) lehren, unmittelbar an die Ansatzlinie des etwas ventral liegenden Mesenterium (le) an, ist daher am besten bei Betrachtung des Thieres von der Bauchfläche aus zu sehen. Seine Weite schwankt bei den einzelnen Arten. Während der Kanal bei Sagitta bipunctata (Taf. IV, Fig. 13 el) und Spadella cephaloptera eng ist, dehnt er sich bei grossen Exemplaren von Sagitta hexaptera so aus, dass er die halbe Peripherie des Eierstocks als ein schmaler Spalt umfasst. Der Oviduct endet nach dem Kopfe des Thieres zu blind, öffnet sich dagegen am Ende des Rumpfes nach aussen und zwar in der Weise, dass er nahe seiner Ausmündung nach dem Rücken des Thieres etwas hinaufsteigt und bis nahe an die Querscheidewand (st) des Schwanzsegmentes heranreicht, um dann ziemlich scharf, fast rechtwinklig, nach Aussen umzubiegen und die Leibeswand unmittelbar oberhalb der Insertion der Seitenflosse zu durchbohren. (Taf. I, Fig. 3, 4 und 6 el.) Er bedingt hier einen kleinen papillenartigen Vorsprung, auf dessen Höhe das enge Ostium wahrgenommen wird.

Der Oviduct, der von dem umgebenden Parenchym des Eierstocks scharf abgegrenzt ist, wird von cubischen, körnerhaltigen und daher trüben Epithelzellen ausgekleidet. Nahe der Ausmündung und auf der Papille werden die Zellen mehr cylindrisch und nahm ich hier bei Spadella cephaloptera einzelne kurze Borsten wahr, was mir auf die Anwesenheit von Sinneszellen in der Umgebung des Orificium externum hinzuweisen scheint.

Der Inhalt des Oviducts war bei den einzelnen Individuen ein verschiedener; bei manchen war er mit einer trübkörnigen Masse, bei anderen wieder mit Spermatozoen vollgepfropft, die ich in lebhafter Bewegung sah.

Das Ovarium besteht aus dem Keimlager, den reifenden und reifen Eiern und einer Umhüllungshaut. (Taf. IV, Fig. 13.) Das Keimlager (ek) umgibt die mediale Seite des Oviducts und dehnt sich von hier eine Strecke weit nach oben und unten an der äusseren Seite des Ovarium aus. In eine körnige Substanz, in welcher an Querschnitten keine Zellcontouren erkannt werden konnten, sind ovale Kerne in regelmässiger Weise eingeschlossen und in zwei Reihen angeordnet, welche an den lateralen Grenzen des Keimlagers in einander umbiegen. Dadurch gewinnt das letztere auf dem Querschnitt die Form einer Mondsichel, in deren Mitte auf der convexen Seite der Oviduct liegt. Die

Concavität der Sichel umfasst die reifenden Eier, von denen sich die kleinsten in der Mitte, die etwas grösseren nach den Rändern zu befinden; den übrigen umfangreicheren Theil des cylindrischen Ovariums nehmen die der Reife nahe stehenden Eier ein. Sie bergen ein grosses Keimbläschen, in dessen geronnenem Inhalt bei Carminfärbung eine grössere Anzahl sehr kleiner Nucleoli deutlich wird; sie werden ferner umgeben von einer ziemlich dicken Membran, auf deren Aussenseite hie und da eine abgeplattete Follikelzelle, kenntlich an ihrem Kern, auf dem Schnitt getroffen wird. An prall gefüllten Ovarien sind die der Reife nahen Eier in einer longitudinalen Reihe wie Stücke einer Geldrolle aneinander gepresst und an den Berührungsflächen abgeplattet.

Alle einzelnen bisher beschriebenen Theile, Oviduct, Keimlager, unreife und reifende Eier, werden gemeinsam von einer dünnen Membran (em) umhüllt, welche in das Mesenterium (le) übergeht. Die Membran wird von abgeplatteten Zellen gebildet, deren Kerne man als Verdickungen in ihr wahrnimmt. Sie haftet der äusseren Seite des Oviducts und des Keimlagers als ein endothelartiger Ueberzug fest an, dagegen ist sie von den reifenden Eiern abgehoben und je nach dem Füllungszustand des Ovariums von ihnen durch einen engeren oder weiteren Spalt getrennt. Am deutlichsten ist sie zu sehen, wenn der reife Inhalt, wie zuweilen beobachtet werden kann, entleert ist, so das sie dann in Falten gelegt einen mit Flüssigkeit erfüllten Raum umschliesst, an dessen äusserer Seite sich das Keimlager hinzieht.

Es lässt sich hier die Frage aufwerfen, in welcher Weise die reifen Geschlechtsproducte entleert werden. In das nach dem Kopf gelegene, vordere Ende des Oviducts, welches blind geschlossen ist, können sie nicht eintreten; aber auch an anderen Stellen konnte ich zwischen dem Kanal und dem Hohlraum des Eischlauchs keine Communication entdecken weder am lebenden Thier noch an Querschnittsserien. Einen sicheren Aufschluss wird man wohl nur erhalten können durch Beobachtung der Eiablage am lebenden Thier; einstweilen aber glaube ich annehmen zu dürfen, dass die reifen Eier in den Kanal nahe an seiner Ausmündung gelangen, indem sie vielleicht durch das trennende Keimlager hindurch gepresst werden. Der Umstand, dass ich wohl im Oviduct, nie aber im Eierschlauch Spermatozoen bemerkt habe, scheint mir auch dafür zu sprechen, dass normaler Weise keine besondere Oeffnung zwischen beiden existirt. Ist meine Deutung richtig, so würde nur das hintere Ende des Oviducts zur Aus-

führung der Eier dienen und gleichzeitig den Ort abgeben, wo die Befruchtung erfolgt, dagegen würde der grössere blind geschlossene Theil des Oviducts als eine Art Samentasche functioniren, wie der oft in ihr vorgefundene Inhalt lebender Spermatozoen beweist.

Literatur. Die Eierstöcke der Sagitten wurden bereits von Slabber (46 p. 24) und von Quoy und Gaimard (43 p. 349) gesehen, aber genauer erst durch Krohn (27 p. 9) beschrieben, welcher auch das kurze Mesenterium erwähnt. Den von Krohn übersehenen Oviduct fand Wilms (49 p. 12) auf und gab von seinem Verlauf eine richtige Darstellung. Den Wilms'schen Kanal bestätigte alsbald Krohn (29 p. 269) und da er ihn häufig mit Spermatozoen erfüllt fand, deutete er ihn als Samentasche; merkwürdiger Weise aber gibt er zugleich an, die Ausmündung der Samentasche nicht haben finden zu können. Das dorsal gelegene Endstück des Oviducts nämlich fasste er als einen besonderen Kanal, und zwar als die Ausmündung des Eierschlauchs auf und vermuthete er eine Communication desselben mit der Samentasche. Busch (5 p. 97) und Busk (6 p. 21) machten ähnliche Beobachtungen. Im Jahre 1858 haben Leuckart und Pagenstecher (34 p. 598) die Ovarien der Sagitten wieder genauer beschrieben und den ganzen Kanal als Samentasche bezeichnet und hierbei bemerkt, „dass ein Ausgang für die Eier kaum existire, indem der untere Rand des Eierstocks hart an der Austrittsöffnung anliege". Auch Keferstein (23 p. 129) beobachtete Samenfäden im Kanal, er ist geneigt ihn in ganzer Ausdehnung für einen Oviduct zu halten, indem er annimmt, dass vorn noch eine Mündung nach Innen vorhanden sei, was ich indessen bestimmt in Abrede stellen muss.

### b. Die Hoden.

Bei der Beschreibung der männlichen Geschlechtsorgane der Chaetognathen haben wir dreierlei Bildungen zu unterscheiden: 1) das samenbereitende Keimlager, 2) die von demselben sich ablösenden Geschlechtsproducte, welche in den zwei Fächern des Schwanzsegmentes angehäuft sich weiter entwickeln und reifen, und 3) die Ausführwege.

Das Keimlager (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 ho) erscheint im vordersten Theile des Schwanzsegmentes als ein Wulst, der über dem ventralen Muskelband jederseits in der Seitenlinie verläuft und auf dem Querschnitt (Taf. II, Fig. 4 und Fig. 13 ho) halb-

kuglig in die Schwanzhöhle vorspringt. Es besteht aus einer Masse kleiner Zellen mit relativ grossen Kernen, die oberflächlich von einem dünnen Häutchen stark abgeplatteter Epithelzellen überzogen werden. Nach vorn stösst es an das Querseptum (Taf. IX Fig. 3, 4, 6 st) an und dehnt sich hier dorsalwärts ansteigend an seiner hinteren Wand eine Strecke weit aus, entsprechend der Stelle, wo sich das Ovarium an der vorderen Fläche mit seinem Mesenterium ansetzt.

Von dem Keimlager lösen sich zu Gruppen verbunden die noch unreifen Bildungszellen der Spermatozoen zeitweise ab und gerathen in das linke oder rechte Fach des Schwanzsegmentes ($c^3$), welches bei älteren Thieren ganz dicht von unreifer und reifer Hodenmasse angefüllt ist, ähnlich wie die Hodensäckchen der Hirudineen und Lumbricinen. Da trifft man bald kuglige bald ovale Haufen kleiner Bildungszellen, Zellenhaufen, an denen die Spermatozoenfäden sich zu differenziren beginnen, Bündel von Fäden mit zahlreichen kleinen Kernen an ihrem einen Ende, reifes Sperma. Die ganze Masse ist beständig in einer gleichmässig circulirenden Bewegung begriffen, indem sie an der äusseren Wand nach vorn, an der innern in entgegengesetzter Richtung nach rückwärts gleitet. Hervorgerufen aber wird die Bewegung durch feine Flimmern, welche hie und da dem die Schwanzhöhle auskleidenden einschichtigen Epithel aufsitzen.

Die reifen Spermatozoen, deren Histogenese ich nicht näher untersucht habe, sind lange feine Fäden. Bei den gewöhnlichen Sagittenarten sind dieselben homogen, bei der Spadella cephaloptera dagegen sahen sie quergestreift aus, als ob sie aus quadratischen Stückchen zweier das Licht verschieden brechender Substanzen zusammengesetzt seien (Taf. IV, Fig. 18). Ein Bündel von reifen Spermatozoenfäden hätte man versucht sein können für eine quergestreifte Muskelfaser zu halten.

Die Ausführwege für die Spermatozoen liegen im hinteren Ende des Schwanzsegmentes (Taf. I, Fig. 3, 4, 6 sg). In dem Seitenfeld verläuft hier jederseits ein kurzer Kanal (sg), der wegen seines engen Lumens nur bei günstiger Lage des lebenden Objectes und mit Hülfe starker Vergrösserung zu erkennen ist (Taf. IV, Fig. 17 sg). Er besitzt an seinem vorderen Ende eine kleine trichterförmig vertiefte und flimmernde Mündung, an welcher man häufig eine Anzahl reifer schlängelnder Spermatozoen (sp) zusammengedrängt findet. Auch durch das enge

und mit Flimmerepithel ausgekleidete Vas deferens selbst sah ich zuweilen sich Spermatozoen hindurchwinden. Der Kanal durchbohrt nach rückwärts die Körperwand und öffnet sich in eine Samenblase (sb), welche zur Ansammlung und Aufbewahrung der reifen Spermatozoen dient. Die Samenblase bedingt bei geschlechtsreifen Thieren im hintersten Drittel des Schwanzsegmentes auf jeder Seite einen relativ ansehnlichen Vorsprung, welcher mit Spermatozoen erfüllt schwarzbraun erscheint und schon ohne Vergrösserung als brauner Punkt erkannt werden kann. Die Form der Samenblase ist bei den einzelnen Arten etwas verschieden, doch mehr oder minder länglich oval. In ihrem vorderen Drittel zeigt sie eine nach vorn gerichtete Ausmündung, welche von einem feincylindrischen Epithel umgeben ist. Meist ist die Samenblase von Spermatozoen, die durch braune Körnchen unter einander verklebt sind, prall gefüllt.

Literatur. Den Inhalt des Schwanzsegmentes der Chaetognathen hat Darwin (9 p. 3 und 4) einer genaueren Untersuchung unterworfen. In einer Flüssigkeit beobachtete er kleine Körnchen, die in einer regelmässigen Circulation, welche der Circulation der Chara verglichen wird, begriffen waren. Ueber die Bedeutung der Körnchen entwickelte er die eigenthümliche Ansicht, dass die im Schwanz gebildete Masse in die nach vorn gelegenen Ovarien übertreten und sich allmählich in Eier umwandeln solle. Die Entdeckung, dass die Sagitten Zwitter sind, rührt von Krohn (27 p. 9) her. Er bezeichnete die zwei Hohlräume im Schwanz als die Samenfächer und bemerkte, dass bei den Sagitten die Hoden nicht nach dem Schema einer Drüse gebaut sind. Ebenso Wilms, der die Entwicklung der Spermatozoen genauer verfolgt hat (49 p. 13), Busch (5 p. 97), Busk (6 p. 22) und Souleyet (10 p. 651). Leuckart und Pagenstecher (34 p. 597) gaben darauf richtig an, dass bei jungen Thieren die Hoden einfache in der Wand durch Proliferation sich vermehrende Zellenhaufen seien, nahmen aber fälschlich an, dass dies bei den Erwachsenen nicht mehr der Fall sei, weil die Zellen der Haufen nach einiger Zeit frei werden und in den Hohlraum des Schwanzes hineinfallen sollen.

Von dem Ausführungsapparat gibt die genaueste Darstellung Krohn, welcher schon das enge flimmernde Vas deferens in der Seitenlinie richtig beobachtet hat.

## III. Das System der Chaetognathen. (Leuckart.)

Synonyma. 1) Oesthelminthes. (Gegenbaur.)
2) Pterhelminthes. (Harting.)

Ausser den Werken von D'Orbigny und Krohn, von welchen der eine drei, der andere vier Species beschrieben hat, besitzen wir nur eine Anzahl anatomischer Schilderungen, die sich immer auf eine einzelne Art beziehen. Einheitlich ist das System der Chaetognathen bisher noch nicht behandelt worden. Hieraus erklärt es sich, dass dieselben Arten unter mehreren Namen und verschiedene Arten unter demselben Namen in der Literatur aufgeführt werden oder dass Arten, die zu entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen gedient haben, überhaupt nicht näher benannt worden sind, wie z. B. in der Arbeit von Kowalevsky und von Bütschli. Denn bei der Zerstreutheit der Literatur ist die Bestimmung der Arten mit Schwierigkeiten verknüpft, welche noch dadurch erhöht werden, dass mehrere Chaetognathen, wie schon Krohn bemerkt hat, im Habitus nahezu mit einander übereinstimmen.

Die Anzahl der Species ist eine weit grössere, als man wohl allgemein annimmt. Habe ich doch in Messina in der kurzen Zeit von zwei Monaten 5 wohl charakterisirte Chaetognathen, welche bis auf eine häufig waren, zu beobachten Gelegenheit gehabt. Voraussichtlich werden wir in den nächsten Jahren noch mit mancher neuen Form bekannt werden, wenn bei Durchforschung der aussereuropäischen Meere auch der kleinen Gruppe der Sagitten mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Im Grossen und Ganzen sind die Chaetognathen sehr einförmig organisirt und weichen sowohl in ihrem inneren Bau als auch in ihrer äusseren Erscheinung nur wenig von einander ab. Was die systematische Verwerthbarkeit der einzelnen Organe betrifft, so kommen vor allen Dingen die Flossen bei jeder Speciesdiagnose in Betracht, ihre Anzahl, Grösse, Form und ihre Entfernung von einander. Nach ihrer Beschaffenheit scheint es mir zweckmässig,

die einzelnen Arten der Chaetognathen auf zwei Gattungen zu vertheilen. Die eine Gattung, welcher ich den alten Namen Sagitta belasse, ist dadurch ausgezeichnet, dass ausser den Schwanzflossen, welche allen zukommt, noch zwei Paar deutlich von einander abgesetzte Seitenflossen entwickelt sind; die andere Gattung, für welche ich den von Langerhans (50 p. 136) eingeführten Namen Spadella adoptire, besitzt nur ein Paar Seitenflossen, die hauptsächlich vom Schwanzsegment entspringen und eine Strecke weit auch auf das Rumpfsegment übergreifen.

Andere zur Speciesunterscheidung wichtige Merkmale bietet die Form und Zahl der Greifhaken und der Stacheln dar. Besonders abweichend beschaffen sind dieselben bei der Sagitta serrato-dentata, S. tricuspidata und der Spadella hamata. Ferner hat man zu achten auf die Anordnung und Zahl der Tastorgane, auf die Form und Grösse des Geruchsorgans und der Samenblasen, auf die histologische Zusammensetzung der Epidermis, wie denn z. B. die blasigen Epidermiszellen für Spadella draco (Taf. I, Fig. 3, Taf. IV, Fig. 10) und die Klebzellen für Spadella cephaloptera (Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 12—15) diagnostisch wichtig sind. Endlich spielt noch das relative Grössenverhältniss von Rumpf- und Schwanzsegment, sowie überhaupt die Körpergrösse bei der Speciesdiagnose eine Rolle. Rumpf- und Schwanzsegment stehen bei den einzelnen Arten in sehr verschiedenem Grössenverhältniss zu einander. Bei Spadella draco und Sp. cephaloptera z. B. sind beide ziemlich gleich gross (Taf. I, Fig. 3 u. 6); dagegen beträgt das Schwanzsegment bei Sagitta serrato-dentata und bipunctata (Taf. I, Fig. 1 u. 2) etc. nur $^1/_3$ des Rumpfs und bei Sagitta hexaptera (Taf. I, Fig. 4) noch viel weniger als $^1/_3$. An der Körpergrösse lassen sich manche Arten, die in der Zahl und Form der Flossen und überhaupt im ganzen Habitus einander sehr ähnlich sind, sofort unterscheiden, wie z. B. Sagitta bipunctata und S. hexaptera; während die erstere nur $1^1/_2$ Cm. gross wird, erreicht die andere die stattliche Länge von 7 Cm.

Folgende Arten von Chaetognathen, welche sich auf die beiden Gattungen Sagitta und Spadella vertheilen, sind bis jetzt bekannt und zum grössten Theil von mir selbst beobachtet worden:

## I. Die Gattung Sagitta (Slabber).

Chaetognathen mit einer Schwanzflosse und zwei Paar deutlich von einander getrennten Seitenflossen.

### a) Grössere Arten von 3—7 Cm. Länge.

#### 1. Sagitta hexaptera (D'Orbigny). Taf. I, Fig. 4.

Synonyma. S. bipunctata (Krohn).

Literatur. 1) D'Orbigny (41). S. hexaptera. 1835—1843.
2) Darwin (9). S. hexaptera. 1844.
3) Krohn (27). S. bipunctata. 1844.
4) Krohn (29). S. bipunctata. 1853.
5) Gegenbaur (15). S. bipunctata. 1856.
6) Busk (6). S. bipunctata. 1856.
7) Möbius (38). S. bipunctata. 1874. Möbius erklärt Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard) u. Sagitta bipunctata (Krohn) für dieselben Arten.
8) Langerhans (50). S. bipunctata. 1880.

Unter allen bekannten Arten ist die grösste die Sagitta hexaptera (Taf. I, Fig. 4), da sie bis zur ansehnlichen Länge von 6—7 Cm. heranwächst. Ihr Körper ist cylindrisch; hinter dem kurzen, breiten Kopf etwas eingeschnürt verbreitert er sich ein wenig nach rückwärts und erreicht den grössten Querdurchmesser im Bereich der vorderen Seitenflossen ($f^1$), um sich von da allmählich wieder zu verjüngen und zugespitzt zu enden. Die verhältnissmässig dünnen Wandungen umschliessen eine geräumige Leibeshöhle. Die dorsalen und ventralen Längsmuskelzüge sind von einander getrennt durch ein breites Seitenfeld, das theils ganz muskelfrei, theils nur mit einer dünnen Schicht Fibrillen bedeckt ist. Rumpf und Schwanzsegment sind von sehr ungleicher Grösse, indem das letztere nur $^1|_4$ so lang als das erstere ist. Die Flossen sind im Verhältniss zur Körpergrösse klein und durch breite Zwischenräume von einander getrennt. Die vorderen Seitenflossen ($f^1$) beginnen in einiger Entfernung hinter dem Bauchganglion ($g^1$), nehmen die Mitte des Rumpfsegments ein und sind sehr schmal, die hinteren Seitenflossen ($f^2$) sind breiter und begrenzen das Ende des Rumpfsegments und den Anfang des Schwanzsegments. Sie besitzen die Form eines Dreiecks, dessen einer Winkel auf der Höhe der Oeffnung des Oviducts liegt. Die Schwanzflosse ($f^3$) ist breiter als lang und am hinteren Rande etwas ausgeschweift, wodurch der Anfang zur Bildung eines linken und rechten Lappens gemacht ist. Die Epidermis ist mehrschichtig und mit äusserst

zahlreichen in Längsreihen angeordneten Tastorganen bedeckt (Taf. IV, Fig. 23 t). Das Geruchsorgan besitzt eine Form wie der Umriss einer Birne. Das verjüngte Ende ragt zwischen beide Augen hinein fast bis zum hinteren Rande des oberen Schlundganglions (Taf. IV, Fig. 21). Der Darmkanal zeichnet sich durch ein breites dorsales und ventrales Mesenterium aus (Taf. IV, Fig. 15 u. 22). Die Ovarien sind lange Schläuche. Die kleinen Samenkapseln (sb) springen am Schwanzsegment wenig vor.

Die Sagitta hexaptera, obwohl sie vollkommen durchsichtig ist, kann bei spiegelglatter See bei ihrer bedeutenden Körpergrösse vom Boot aus bemerkt und mit einem Glas geschöpft werden. Man sieht sie mit ihren horizontal ausgebreiteten Flossen ruhig auf der Oberfläche des Wassers schweben und plötzlich bei einer Beunruhigung in gerader Richtung pfeilschnell fortschiessen. Im Hafen von Messina habe ich sie jeder Zeit, aber immer nur vereinzelt und nicht in so grossen Schaaren wie die kleineren Sagitten angetroffen. Von den im März und April eingefangenen Thieren, trotzdem einige 6 Cm. lang waren, war noch kein einziges mit reifen Eiern versehen. Neben den grossen Exemplaren finden sich zahlreiche Jugendzustände in der verschiedensten Grösse und zeigen uns, dass die Geschlechtsorgane erst sehr spät ihre volle Grösse und Reife erlangen. Bei 3 Cm. langen Thieren sind die Eischläuche noch sehr kurz, dünn und rechtwinklig gekrümmt, indem der eine kürzere Schenkel in der vorderen Wand des Querseptums, der andere mit dem Alter des Thieres immer länger werdende Schenkel dem Seitenfeld entlang verläuft.

Die Sagitta hexaptera ist zuerst von D'Orbigny (41) im grossen Ocean beobachtet und von ihm sowie bald darauf auch von Darwin (9) nach 5 Cmt. grossen Exemplaren in einer kenntlichen Weise beschrieben und abgebildet worden. Alsdann hat Krohn (27) an dieser grossen Sagittenart seine ausgezeichnete anatomische Untersuchung angestellt. Unbekannt mit dem Reisewerk von D'Orbigny und der Abhandlung von Darwin hielt er sein Object für identisch mit der von Quoy und Gaimard (43) entdeckten Sagitta bipunctata. Hierin beging er einen Irrthum. Denn die von Quoy und Gaimard beschriebenen Exemplare erreichen nur die Länge von 5 Linien; Jugendformen der grossen Sagitta, wie Krohn annahm, können sie aber deswegen nicht gewesen sein, weil sie schon deutlich entwickelte Eierstöcke zeigten. In einem späteren Nachtrag hat Krohn (29) selbst seinen Irrthum erkannt und hervorgehoben, dass die Bezeichnung „bipunctata“ der

von ihm untersuchten grossen Sagitta des Mittelmeeres eigentlich nicht zukomme, und dass die Sagitta hexaptera von D'Orbigny seiner S. bipunctata sehr nahe stehe und vielleicht identisch mit ihr sei. Gleichwohl hielt er an der von ihm einmal gebrauchten Namengebung fest und bezeichnete nun die zwei kleinen Sagittenarten als S. serratodentata und S. multidentata. Neuerdings hat wieder Möbius (38) — jedoch nicht mit Recht — die grossen und kleinen Sagittenarten für eine einzige Species erklärt, welcher er den Namen Sagitta bipunctata belässt.

Bei dieser Sachlage erachte ich es für geboten, für die grosse Sagittenart wieder den ursprünglichen von D'Orbigny und Darwin gebrauchten Namen Sagitta hexaptera einzuführen und den Namen Sagitta bipunctata für die von Quoy und Gaimard beobachtete kleine Sagittenart zu reserviren.

### 2. Sagitta lyra (Krohn). Taf. I, Fig. 8.

Literatur. 1) Krohn (29). 1853.
2) Langerhans (50). 1880.

An die Sagitta hexaptera schliesst sich wegen ihrer beträchtlichen Körpergrösse die von Krohn entdeckte Sagitta lyra an, welche die nicht unansehnliche Länge von 3—3½ Cm. erreicht. Da ich von derselben nur unentwickelte Exemplare beobachtet habe, so lasse ich hier die Beschreibung folgen, welche Krohn von ihr gegeben hat.

„Die S. lyra lässt sich auf den ersten Blick von der S. hexaptera (D'Orbigny) (bipunctata Krohn) unterscheiden. Der sogenannte Schwanz ist sehr kurz und durch eine Einschnürung von dem langen Rumpfe abgesetzt."

„Die beiden Flossen jeder Seite berühren sich bis zur Verschmelzung. In der That geht die homogene Substanz derselben von der einen ohne Unterbrechung auf die andere über und nur äusserlich findet sich zwischen beiden eine Demarkationslinie in Form eines feinen Streifens. Bemerkenswerth ist noch, dass die vorderen Flossen viel länger als die hinteren sind und sehr weit nach vorn hinaufreichen. Die Substanz der Flossen ist von mächtiger Dicke, so dass diese gleich Wülsten an den Seiten des Leibes hervorragen, obwohl sie sich gegen ihren Aussenrand hin bald verflachen und verdünnen. Die in die Substanz eingelagerten Fasern (Borsten) verhalten sich auch eigenthümlich. An den weniger breiten Stellen der Flossen sind sie dünner und kürzer und schei-

nen nur die Randpartie derselben einzunehmen. Je mehr die Breite der Flossen zunimmt, desto länger und stärker werden auch die Fasern, bis sie zuletzt an den breitesten Stellen die ganze Fläche der Flossen durchstreichen.“

„Der Greifhäkchen zählte ich 6—8 jederseits; was die Zahl der Zähnchen betrifft, so dürften ihrer jederseits höchstens 7 auf die vordere Gruppe, 11 auf die hintere kommen.“

„Die Büschel starrer Fäden kommen in grosser Menge und dem Anschein nach ohne sichtliche Ordnung vertheilt auf der Oberfläche des Körpers vor. Dicht am Rande der hinteren Flossen wurde regelmässig sowohl auf der oberen als auf der unteren Fläche derselben ein ähnlicher Büschel bemerkt.“

### 3. **Sagitta magna** (Langerhans).

Literatur. Langerhans (50 p. 135). 1880.

Die Diagnose nach Langerhans lautet: „diese bei Madeira nicht seltene Art war mit 2—3 Cm. stets noch unreif und erst mit 4 Cm. entwickelt. In Gestalt sich ganz an die eben besprochenen Arten (S. bipunctata, setosa, lyra) anschliessend, unterschied sie sich durch die geringe Entwickelung der Nebenkiefer, die vorn 4, hinten nur 2—3 Zähne hatten. Kiefer mit 7—9 Zähnen, Mund quer.“

### 4. **Sagitta tricuspidata** (Kent). Taf. I, Fig. 9 u. 15.

Literatur. Kent (24). 1870.

Diese Art ist im südlichen Theil des pacifischen Oceans gefischt und nach Spiritusexemplaren von Kent beschrieben worden. In der Grösse und Form nähert sie sich am meisten der Sagitta lyra, unterscheidet sich aber von ihr und allen übrigen Sagittenarten durch die geringe Anzahl der Kopfstacheln, von denen sie den Namen tricuspidata erhalten hat. Die kurze Diagnose nach Kent lautet folgendermaassen:

„Körper lang und etwas gedrungen. Schwanzsegment ein Fünftel von der Länge des ganzen Körpers mit Ausnahme des Kopfes. Seitenflossen von einander deutlich getrennt; das vordere Paar schmäler als das hintere. Schwanzflosse mässig breit. Greifhaken an den seitlichen Rändern des Kopfes acht auf jeder Seite, die mittelsten von ihnen am längsten. Der vordere Rand des Kopfes trägt eine geringe Hervorragung jederseits von der Mittel-

linie; auf ihr sitzen drei Stacheln; ein ebensolcher einzelner Stachel liegt auf jeder Seite zwischen ihnen und den seitlichen Greifhaken mitten inne. Gesammtlänge des Körpers 3,5 Cm., grösste Breite desselben 5 Millim. Fundort: Südlicher Theil des pacifischen Oceans."

### b) Kleine Arten von 1—2 Cm. Länge.

Die kleinen mit 2 Paar seitlichen Flossen versehenen Sagitten, welche in grossen Schaaren alle Meere zu bevölkern scheinen und im Mittelmeer fast nie im pelagischen Auftrieb fehlen, hat zuerst Slabber beobachtet und Quoy und Gaimard haben ihnen den Namen Sagitta bipunctata gegeben, ein Name, der seitdem für grosse und kleine Arten vielfach gemischt gebraucht worden ist. Später hat Krohn gezeigt, dass unter den kleinen Sagitten wenigstens zwei Formen, die einander freilich sehr ähnlich sind, unterschieden werden müssen, und hat ihnen den Namen S. multidentata und S. serratodentata beigelegt. Von diesen behalte ich den sehr bezeichnenden Namen S. serratodentata für die zugleich weniger häufige Art bei, den anderen dagegen ersetze ich durch den älteren Namen S. bipunctata, da ihm die Priorität zukommt.

**5. Sagitta bipunctata** (Quoy und Gaimard). Taf. I, Fig. 1.

Synonyma. Sagitta setosa (Wilms. Joh. Müller). 1846. 1847.
Sagitta multidentata (Krohn). 1853.
Sagitta germanica (Leuckart und Pagenstecher). 1858.

Literatur.
1. Quoy und Gaimard (43) S. bipunctata. 1827.
2. Wilms (49). Ohne Speciesnamen. 1846.
3. Joh. Müller (39). S. setosa. 1847.
4. Krohn (29). S. multidentata. 1853.
5. Gegenbaur (15). Ohne Speciesnamen. 1856.
6. Leuckart und Pagenstecher (34). S. germanica. 1858.
7. Keferstein (23). S. setosa. 1862.
8. Möbius (38). S. bipunctata. 1874.
9. Langerhans (50). S. setosa. 1880.

Die S. bipunctata erreicht etwa die Länge von $1^1/_2$ Cm. (Taf. I, Fig. 1). Das Schwanzsegment beträgt etwas mehr als ein Drittel vom Rumpfsegment, welches gleichförmig cylindrisch und gedrungen ist. Die seitlichen Flossen sind ziemlich lang aber schmal, und zwar ist das hintere Paar breiter als das vordere und durch einen Zwischenraum von ihm getrennt. Die hinteren Flossen enden in kurzer Entfernung von den nach Aussen vorspringenden Samenblasen. Der Kopf ist breit und auf jeder Seite

mit 8—10 Greifhaken versehen. Die Zahl der Stacheln beläuft sich in der vorderen Reihe auf 5, in der hinteren auf 10—15. Die aus pflasterförmigen Zellen zusammengesetzte Epidermis ist hinter dem Kopf bis zur Mitte des Rumpfes und namentlich auf beiden Seiten desselben nicht unbedeutend verdickt. Auf ihrer Oberfläche erheben sich in grosser Anzahl die Tastorgane, deren Borsten in einer Querreihe angeordnet sind. Das Geruchsorgan (Taf. IV, Fig. 20) ist sehr in die Länge entwickelt, beginnt unmittelbar hinter dem oberen Schlundganglion zwischen beiden Augen und erstreckt sich eine grosse Strecke weit auf dem Rücken des Rumpfes nach hinten.

Die Sagitta bipunctata ist die häufigste unter den kleinen Sagittenarten und daher wohl identisch mit der von Quoy und Gaimard beobachteten. Von Krohn ist dieselbe als Sagitta multidentata gut beschrieben worden. Von den beiden Sagittenarten, welche Gegenbaur (15) in seiner Entwickelungsgeschichte erwähnt, aber unbestimmt lässt, scheint mir die zweite unsere Sagitta bipunctata zu sein. Der Sagitta bipunctata im Habitus sehr ähnlich und vielleicht identisch mit ihr ist die 4—8 Linien grosse Art, welche Wilms (49) bei Helgoland beobachtet und zum Gegenstand seiner Dissertation gemacht hat. Da Wilms sein Untersuchungsobject unbenannt gelassen hat, gab ihm Johannes Müller (39) in seinem Bericht über einige neue Thierformen des Nordens den Namen Sagitta setosa. Später bezeichneten Leuckart und Pagenstecher (34) die Helgoländer Art als Sagitta germanica. Sollte die Helgoländer und die von Wilms beschriebene Sagitta eine besondere Art sein, so würde dem Speciesnamen S. setosa (Joh. Müller) das Vorrecht zukommen. Mir schien sie nach Beobachtungen, die ich an Spiritusexemplaren der kleinen nordischen Sagitta anstellte, von der Mittelmeerform nicht unterschieden zu sein.

**6. Sagitta serrato-dentata** (Krohn). Taf. I, Fig. 2.

Synonyma. Sagitta Gegenbauri (Fol.) 1879.
Sagitta rostrata (Busch.) 1851.

Literatur. 1. Busch (5) Sagitta rostrata. 1851.
2. Krohn (29) S. serratodentata. 1853.
3. Gegenbaur (15). Ohne Speciesnamen. 1856.
4. Fol (11). S. Gegenbauri. 1879.

Diese Art ist schlanker als die vorige und scheint auch an Grösse hinter ihr etwas zurückzubleiben. Das Schwanzsegment

ist etwas mehr als $^1/_3$ so gross als das Rumpfsegment, welches hinter dem Kopf verdünnt ist. Der Kopf ist in seinem vorderen Theile länger als bei der S. bipunctata und nach vorn stark verjüngt. Characteristisch für unsere Art sind die Greifhaken (Taf. I, Fig. 10 u. 12), welche jederseits in der Zahl von 8 vorhanden und längs ihrer schärferen Kante mit kleinen Zähnchen wie die Schneide einer Säge besetzt sind. Die Epidermis ist dünner als bei der anderen Art und mit weniger Tastorganen versehen. Wie Krohn bemerkt, sind „die Büschel starrer Fäden symmetrisch in acht seitlichen Längszügen angeordnet, von welchen 4 auf die Rückenhälfte und ebenso viele auf die Bauchhälfte fallen."

Von den seitlichen Flossen sind die rückwärts gelegenen länger und breiter als die vorderen und bogenförmig nach aussen begrenzt; sie enden unmittelbar vor den Samenblasen, welche mir bei dieser Art mehr als bei andern zapfenartig nach aussen vorzuspringen scheinen (Taf. I, Fig. 14 sb). Die nach vorn gelegene Ausführöffnung ist von zwei gewulsteten Lippen umgeben, deren oberflächliche Epidermisschichten bei den grössten Exemplaren gelblich und wie verhornt aussahen. Die Schwanzflosse ist kurz aber breit.

Die Sagitta serrato-dentata ist von Krohn als besondere Art unterschieden worden, indem er auf die Zähnelung der Greifhaken als ein wichtiges diagnostisches Merkmal die Aufmerksamkeit lenkte. Er bezeichnet sie als die kleinste Art und giebt ihre Länge auf nur $4^1/_2$ Linie an. Auf die Sagitta serrato-dentata scheint sich mir die Beschreibung der ersten der zwei von Gegenbaur (15) unterschiedenen Formen zu beziehen, obwohl er die Länge seiner Exemplare auf 9‴ angiebt. Derselben hat Fol (11) neuerdings den Namen Sagitta Gegenbauri beigelegt. Die Sagitta rostrata (Busch) ist, wie auch schon Krohn bemerkt hat, wohl nur eine junge Form der S. serratodentata, an deren Kopf das obere Schlundganglion eine kleine Prominenz bedingt, welche zum Namen rostrata Veranlassung gegeben hat.

### c) Arten, deren Originalbeschreibung mir nicht zugänglich war.

7) Sagitta Mariana. Lewes (35). 1859. Mit Abbildung.

8) Sagitta pontica. Ulianin (48). 1871.

d) Unsichere Arten.

9) Sagitta diptera. D'Orbigny (41). 1835—1843.

Diagnose. Mit einer 2gelappten Schwanzflosse ohne jede Seitenflosse. Mit 7—8 Greifhaken. 5 Cm. lang. Abgebildet l. c. pl. X Fig. 6 u. 7.

10) Sagitta triptera. D'Orbigny (41). 1835—1843.

Diagnose. Mit einer in 2 Lappen auslaufenden Schwanzflosse und mit einer unpaaren und vertical gestellten Rückenflosse in der Mitte des ganzen Körpers, ohne jede Seitenflosse. Mit 6—8 Greifhaken. 2,5—3 Cm. lang. Abgebildet l. c. pl. X. Fig. 1—3.

## II. Die Gattung Spadella (Langerhans).

Chaetognathen mit einer Schwanzflosse und einem Paar Seitenflossen, die hauptsächlich vom Schwanzsegment entspringen und eine Strecke weit auf das Rumpfsegment übergreifen.

Zu dieser Gattung gehören drei der von mir beobachteten Arten.

1) **Spadella cephaloptera** (Busch). Taf. I, Fig. 6.

Synonyma. Sagitta cephaloptera (Busch). 1851.
Sagitta gallica? (Pagenstecher). 1862.
Sagitta Batziana? (Giard.). 1875.
Spadella cephaloptera (Langerhans). 1880.

Literatur. 1. Busch (5). 1851.
2. Pagenstecher (42). 1862.
3. Claparède (7). 1863.
4. Giard (16). 1875.
5. Langerhans (50). 1880.

Die Spadella cephaloptera ist unter allen seither bekannt gewordenen Chaetognathen die kleinste, indem sie noch nicht die Länge eines Centimeters erreicht, wie denn die meisten der von mir eingefangenen Thiere nur etwa 5 Mm. gross waren. Im Verhältniss zur Länge ist der Körper ziemlich dick, dabei ist er etwas undurchsichtig und gelbbräunlich gefärbt, so dass die Spadella im Wasser trotz ihrer Kleinheit besser als grössere vollkommen transparente Arten gesehen wird (Taf. I, Fig. 6). Da Rumpf- und Schwanzsegment etwa von gleicher Grösse sind, münden der kurze Darm (d) und ebenso die beiden Oviducte (el) ziemlich genau in der Mitte des Körpers aus; der Kopf, dessen obere Stützplatten, welche die Greifhaken tragen, lateralwärts weit vorspringen, ist

breit, die Kopfkappe ist mit zwei hörnerartigen Anhängen (te) versehen, die seitlich links und rechts von den Augen angebracht sind, kolbig enden, aus Epidermiszellen bestehen und braun pigmentirt sind.

Die nur in einem Paar vorhandenen Seitenflossen ($f^2$) sind lang und schmal, beginnen ein wenig nach vorn von den papillenartig vorspringenden Enden der Oviducte, werden in der Mitte des Schwanzsegments am breitesten und sind nur durch eine seichte Einschnürung von der unpaaren Schwanzflosse ($f^3$) getrennt. Diese ist im Verhältniss zur Körpergrösse ansehnlicher als bei anderen Arten und ragt eine Strecke weit über das Ende des Schwanzsegments vor; allmählich sich verbreiternd wird sie seitlich von geraden Linien und nach hinten von einer halbkreisförmigen Contur begrenzt. An der Stelle, wo Schwanz- und Seitenflosse durch die Einschnürung getrennt sind, liegen die kleinen als Halbkugeln nach aussen hervorstehenden Samenblasen (sb).

Von sehr characteristischer Beschaffenheit ist die Epidermis der Spadella cephaloptera mit den in ihr entwickelten Organen. Hinter dem Kopf ist sie zu beiden Seiten des Halses verdickt und aus blasigen Elementen zusammengesetzt. So entstehen 2 Epidermisstreifen, welche die dem Kopf gleiche Breite des Halses bedingen und die Veranlassung gewesen sind, dass Busch unserer Art den Namen Sagitta cephaloptera gegeben hat. Der Name ist nicht gut gewählt, weil wenig bezeichnend, denn dass die Epidermisverdickungen den anderen durch Strahlen gestützten Flossen nicht entsprechen, lehrt ihr Bau und ist mit Recht von Krohn und Claparède schon geltend gemacht worden. An der ventralen Seite des Rumpfes zeigt die Epidermis eine warzige Beschaffenheit, die daher rührt, dass die pflasterförmigen Zellen noch mit eigenthümlichen cylindrischen Klebzellen bedeckt sind (Taf. II, Fig. 6, 12, 14, 15). Dieselben stehen entweder vereinzelt über die Hautoberfläche hervor oder sie bilden in Gruppen vereint grössere und kleinere Drüsenlappen, welche durch Furchen von einander getrennt den warzigen Anblick hervorrufen. Am reichlichsten finden sie sich am Schwanzsegment, nach vorn nehmen sie an Zahl ab und desgleichen an der ventralen Fläche der Flossen. Dorsalwärts fehlen die Klebzellen, die häufig bräunlich pigmentirt sind, ganz, dagegen treten hier in der Epidermis vereinzelte Tastorgane (Taf. I, Fig. 6t) auf, kenntlich an den vorspringenden Borsten. Bei Spadella cephaloptera bedingen die Sinneszellen keine hügligen Erhebungen, da sie in

die darunter liegende Schicht der pflasterförmigen Epidermiszellen etwas eingesenkt sind (Taf. IV, Fig. 1). Das Geruchsorgan, welches Busch und Claparède ein Räderorgan nennen, ist unmittelbar hinter dem Kopf im Nacken angebracht; es ist ein schmaler, etwas gelblich aussehender Streifen von Sinnesepithel, der ein Oval beschreibt, dessen längster Durchmesser mit der Queraxe des Rumpfes zusammenfällt (Taf. I, Fig. 6r).

In der Anordnung der Musculatur hat die Spadella cephaloptera vor anderen Chaetognathen die Besonderheit voraus, dass im Rumpfsegment die ventralen Längsmuskelzüge noch von einer dünnen Schicht transversaler quergestreifter Muskelfasern bedeckt sind, eine Besonderheit, welche die Muskulatur auch bei manchen Anneliden zeigt (Taf. II, Fig. 6mt).

Der Darm ist kurz und sehr weit und dorsal und ventral längs eines schmalen Streifens mit den Rumpfwandungen verbunden, so dass ein eigentliches Mesenterium fehlt. Der übrige Theil der Rumpfhöhle wird vollkommen von den Ovarien ausgefüllt, welche bei ausgewachsenen, geschlechtsreifen Thieren bis zum Kopf heranreichen. Die Eier, von der Grösse wie bei anderen Chaetognathen, sind ziemlich undurchsichtig und bedingen hauptsächlich die gelblich opake Färbung unserer Thiere; sie werden bei der Ablage von einer Gallertschicht umgeben und mittelst eines dünnen Stielchens, in welche dieselbe ausgezogen ist, an fremde Gegenstände befestigt, an Algen, an Steine, in der Gefangenschaft auch an die Wand des Glasgefässes (Taf. V, Fig. 10). Gewöhnlich findet man 5—10 an Stielchen befestigte Eier zu einem Packet vereint. Auch die Spermatozoen der Spadella cephaloptera weichen von denjenigen anderer Arten ab. Sie sind lange Fäden, welche, was ich sonst niemals gesehen habe, eine feine Querstreifung erkennen lassen (Taf. IV, Fig. 18).

Auf das Vorkommen der Spadella cephaloptera wurde ich durch Herrn Dr. Hatschek, welcher während des Winters embryologische Untersuchungen in Messina angestellt hatte, aufmerksam gemacht und konnte ich, einmal mit ihrer Lebensweise bekannt geworden, sie mir jederzeit leicht und in grosser Menge verschaffen, so dass ich erstaunt bin, dass von den zahlreichen Zoologen, welche Messina besucht haben, noch keiner sie erwähnt hat. Wie im Bau, so unterscheidet sich die Spadella cephaloptera auch in ihrer Lebensweise von den bisher besprochenen Chaetognathen. Diese sind exquisit pelagische Thiere, jene dagegen ist wohl mehr zur Strandfauna hinzuzurechnen. In Messina bevölkert sie

in grossen Schaaren die Algen, welche wie ein Rasen die seichteren Stellen des Hafens überziehen. Während ich beim Fischen mit dem Müller'schen Netz nie ein einziges Exemplar in meinen Gläsern wahrnahm, brauchte ich in ein Gefäss nur Algen zu sammeln oder auszuschütteln, um ihrer habhaft zu werden. Wenn nach einiger Zeit das Wasser sich geklärt hat, sah ich die kleinen Thiere theils den Wandungen des Gefässes ansitzen, theils in schnellenden Bewegungen durch das Wasser flink hindurchschiessen.

Das Vermögen, sich an anderen Gegenständen festzuhalten, ist eine Eigenthümlichkeit, die mir nur von der Spadella cephaloptera bekannt ist und die auch wieder für die nicht pelagische Lebensweise spricht. Das Festsetzen geschieht in der Art, dass das durch das Wasser schnellende kleine Thier, an einem festen Gegenstand angelangt, an diesen die Bauchseite des Schwanzsegments und der Flossen glatt andrückt. Es genügt dies zur sofortigen Fixirung. Wahrscheinlich ist das Wirksame hierbei ein klebriges Secret, von welchem die über die Hautoberfläche vorspringenden Drüsenzellen auf ihren Enden beständig überzogen zu sein scheinen. Die vordere Körperhälfte, an welcher die Klebzellen spärlicher beobachtet werden, bleibt gewöhnlich frei und ragt, indem sie mit dem Schwanzsegment einen stumpfen Winkel bildet, von der Unterlage in das Wasser hinein.

Aus der nicht pelagischen Lebensweise der Spadella cephaloptera erklären sich auch noch drei weitere Verhältnisse. Erstens sind die Eier undurchsichtig und werden nicht frei in das Wasser abgelegt, sondern mit einer Gallerte an andere Gegenstände befestigt. Zweitens besitzt unser Thier nicht die völlige Transparenz der pelagischen Chaetognathen und drittens zeichnet es sich vor diesen noch durch eine grosse Lebenszähigkeit aus. Während die pelagischen Arten so empfindlich wie wenige Thiere sind und auch im reinsten Wasser nach einem oder höchstens zwei Tagen absterben, erhält sich die Spadella cephaloptera in kleinen Gefässen viele Tage, ja Wochen lang, wobei sie bald munter im Wasser herumschwimmt, bald sich an die Wandungen des Glases ansetzt. Sie ernährt sich von kleinen Crustaceen und von Algen, von denen man gewöhnlich den Darmkanal erfüllt sieht.

Die Spadella cephaloptera scheint in europäischen Meeren gleichfalls weit verbreitet zu sein. Busch, welcher sie entdeckte, sammelte sie auf den Orkney-Inseln; während er sie mit dem Müller'schen Netz nie auffand, konnte er sich dieselbe stets ver-

schaffen, wenn er mit einem Schleppnetz von Leinwand in einer Tiefe von 8—12 Faden fischte. „Sie waren gewöhnlich dicht eingebettet in dem heraufgeholten Schlamm und erst wenn man diesen in ein Gefäss mit Wasser goss, gelang es ihnen, sich durch einige ihrer stossartig schnellenden Bewegungen zu befreien und im Glase umherzuschwimmen.“ Claparède beobachtete darauf die Spadella cephaloptera im Busen von der Normandie bei S. Vaast, wo dieselbe „selten, dann aber in unabsehbaren Zügen erschien, ohne dass es gelungen wäre, die Umstände zu ermitteln, die ihr Erscheinen bedingten.“ Er fischte sie in grosser Menge nicht nur mit dem feinmaschigen Netze in einer ziemlichen Entfernung von der Küste, sondern auch in den am Strande bei sinkender Ebbe zurückgelassenen Tümpeln. Es scheint mir aus dieser Art des Auftretens zu viel gefolgert, wenn Claparède gegen Busch erklärt, dass Spadella cephaloptera ebenso wie die andern Arten ein pelagischer Wurm sei. Im Zusammenhange mit den oben angeführten Beobachtungen über die Lebensweise ziehe ich die Deutung vor, dass unsere Art, welche für gewöhnlich am Strand und Meeresboden lebt, nur durch besondere Verhältnisse zu Wanderungen veranlasst wird, wofür das seltene und dann massenhafte Auftreten sprechen würde.

Ueber Spadella cephaloptera sind bis jetzt 4 Arbeiten erschienen, von Busch, Claparède, Pagenstecher und Giard. Am genauesten ist die Beschreibung von Busch, an welche sich die kurze Angabe von Claparède bestätigend anschliesst. Pagenstecher's Sagitta gallica, die in einem Exemplar bei Cette aufgefunden wurde und auch mit den eigenthümlichen Tentakelanhängen am Kopf versehen ist, scheint mir, soweit nach der ungenauen Beschreibung ein sicheres Urtheil möglich ist, mit der Sagitta cephaloptera identisch zu sein. Dasselbe möchte ich von der Sagitta Batziana vermuthen, welche Giard neuerdings beschrieben und unter denselben Verhältnissen wie Claparède angetroffen hat. Seine Zeichnung ähnelt in hohem Grade den von Claparède und mir gegebenen Abbildungen der Spadella cephaloptera. Als Unterschiede führt Giard an: 1. Fehlen der Tentakeln am Kopf, 2. geringere Anzahl der Greifhaken, 3. die Form der Schwanzflosse, 4. Vorkommen von Borsten am vorderen Rumpf des Körpers. Hiervon können wir den letzten Punkt sofort streichen, da Busch und ich Tastborsten auch im vorderen Rumpfabschnitt der Spadella cephaloptera gesehen haben und Claparède dieselben in seiner Figur nur ausgelassen hat. Die Zahl

der Greifhaken aber ist bei allen Chaetognathen etwas variabel und wird von Giard auch nicht näher angegeben. Die Schwanzflosse variirt nur darin, dass sie am hinteren Rande mit kleinen Auszackungen besetzt ist. Der Mangel der Auswüchse am Kopf ist auch von keinem grösseren Belang, da ich dieselben an einzelnen in Messina beobachteten Exemplaren vermisst habe und ich ihnen überhaupt keine grössere Bedeutung zuschreiben kann. Auffallend ist mir, dass Claparède sowohl als Giard bei der Beschreibung ihrer Arten nicht der Drüsenzellen am Bauche erwähnen. Sollten die Drüsenzellen fehlen? oder ist die Beschreibung nur unvollständig? Im ersteren Falle wäre die an der französischen Küste vorkommende Spadella als besondere Art von der Spadella cephaloptera, welche Busch und ich beobachtet haben zu trennen.

2) **Spadella draco** (Krohn). Taf. I, Fig. 3.

Literatur. 1. Krohn (29). 1853.
2. Langerhans (50). 1880.

In der allgemeinen Körperform schliesst sich die Spadella draco (Taf. I, Fig. 3) an die vorausgehende Art am meisten an, wenn sie auch sonst von ihr in vielerlei Merkmalen sehr erheblich abweicht und mit ihr gar nicht zu verwechseln ist. Sie ist gleichfalls eine der kleinsten Chaetognathen, wird etwa einen Centimeter lang, ist aber für die geringe Länge viel gedrungener als andere Arten. Wie bei Spadella cephaloptera sind Rumpf- und Schwanzsegment etwa gleich gross, so dass der kurze gerade Darm (d) und die Eierstöcke (e), welche bei geschlechtsreifen Thieren bis zum Kopf heranreichen, in der Mitte des Leibes ausmünden. Sehr characteristisch ist die Epidermis unseres Thieres; dieselbe erreicht zu beiden Seiten des Rumpfsegments eine so ausserordentliche Mächtigkeit, dass sie die Hälfte vom Querdurchmesser des Leibes einnimmt; sie besteht aus mehreren Lagen grosser derbwandiger Zellen, die einen flüssigen Inhalt und wandständigen Kern haben, einem Pflanzengewebe auf das Täuschendste ähnlich sehen (Taf. IV, Fig. 10) und schon bei schwacher Vergrösserung als Bläschen erkannt werden. Am Kopf und am Schwanzsegment dagegen ist die Epidermis wie bei anderen Arten beschaffen.

Die nur in einem Paar vorhandenen seitlichen Flossen ($f^2$) sind kurz, aber breit und beginnen erst am Anfange des Schwanzsegments im Anschluss an die verdickte Epidermis des Rumpfsegments, welche noch mit einer rasch dünner werdenden Schicht

blasiger dickwandiger Zellen ihre dorsale und ventrale Fläche eine kurze Strecke weit überzieht. Die kurzen von Fäden gestützten Seitenflossen werden durch einen kleinen Zwischenraum, welchen die Samenblasen (sb) einnehmen, von der ansehnlichen und namentlich breiten Schwanzflosse ($f^3$) geschieden. Die Oberfläche des Rumpfes und der Flossen wird von zahlreichen Tastorganen (t) bedeckt, deren Borsten in Querreihen gestellt sind. Unter ihnen haben zwei Tastorgane ($t^1$) auf der Höhe des Bauchganglions eine enorme Entwicklung erfahren. Sie sind in grosse flache mit Cylinderepithel ausgekleidete Gruben umgewandelt, aus denen Büschel zahlreicher ausserordentlich langer Borsten hervorragen, welche an Länge der Breite des Rumpfes gleichkommen. Die Borstenbüschel seitlich am Körper entspringend sind in der Horizontalebene ausgebreitet. Sie sowohl als die dicke pflanzenzellähnliche Epidermis verleihen unserer Art „ein höchst fremdartiges Aussehen", wodurch Krohn wahrscheinlich zu dem Namen Sagitta draco bestimmt worden ist.

Das Geruchsorgan (r) ist wie bei Spadella cephaloptera klein und hinter dem Kopf im Nacken gelegen, es zeigt die Form eines Ovals, dessen Längsaxe mit der Längsaxe des Thieres zusammenfällt.

Die Zahl der von der Kopfkappe überzogenen Greifhaken gibt Krohn jederseits auf 10 an. Die Stacheln belaufen sich nach ihm in der vorderen Reihe auf 8, in der hinteren Reihe auf 18.

Die Spadella draco ist im Mittelmeer eine sehr seltene Art, welche sporadisch unter den Schwärmen der Sag. bipunctata und serrato-dentata auftritt und leicht übersehen werden kann, da sie bei ihrer geringen Körpergrösse noch vollkommen durchsichtig ist. Indessen kann man sie schon im pelagischen Auftrieb bei einiger Uebung an ihrer gedrungenen Gestalt herauserkennen.

Sie ist zuerst von Krohn gleichfalls in Messina beobachtet und nach einem einzigen wohlerhaltenen und völlig ausgewachsenen Exemplare gut beschrieben worden. In fünf Wochen habe ich im pelagischen Auftrieb mir nur drei unverletzte Exemplare verschaffen können. Etwa ein Ctm. gross waren dieselben noch nicht mit reifen Ovarien versehen. Gleich den übrigen Chaetognathen scheint auch diese Art in allen Meeren vorzukommen. So fand ich zwei Exemplare derselben im pelagischen Auftrieb, welchen ich durch die Gefälligkeit des Herrn Professor Haeckel erhielt und welcher bei den canarischen Inseln gesammelt worden war. Nach

den Angaben von Langerhans (50. p. 136) ist die Spadella draco bei Madeira nicht selten.

3) **Spadella hamata** (Möbius). Taf. I, Fig. 7.

Literatur. 1. Möbius (38). Sagitta hamata. 1874.
2. Langerhans (50). Krohnia hamata. 1880.

Die Spadella hamata ist bei der wissenschaftlichen Untersuchung der Nordsee, welche durch die Preussische Regierung veranlasst wurde, von Möbius entdeckt worden. Sie wurde mit dem Schleppnetz aus 135—337 Faden Tiefe emporgefördert und aus dem Inhalt desselben aus Schlamm und kleinen Steinen herausgesucht. Von anderen Chaetognathen unterscheidet sie sich 1. durch die Form der Greifhaken und 2. durch die einreihige Anordnung der zahlreichen Kopfstacheln. Durch den Besitz von ein Paar Seitenflossen, welche am Uebergang von Rumpf- und Schwanzsegment sitzen, schliesst sie sich an Spadella cephaloptera und draco an, obwohl sie sonst in ihrer Form und durch ihre bedeutendere Grösse der Sagitta hexaptera und lyra ähnlicher aussieht. Wie Spadella cephaloptera scheint sie kein pelagisches Leben zu führen.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Professor Möbius hatte ich Gelegenheit, mich selbst mit dieser neuen Art bekannt zu machen und die Form der Greifhaken, Stacheln und Flossen zu untersuchen. Ich bin so in den Stand gesetzt worden, die kurze Diagnose zu bestätigen, welche Möbius von der Spadella hamata gegeben hat und welche ich hier folgen lasse:

„Körper schmal, lanzettlich, bis 35 Mm. lang und 3 Mm. breit. Höhe etwas geringer als die Breite. Kopf vierseitig mit abgestumpften Ecken. Seitlich vom Munde stehen an der Unterseite des Mundes jederseits 8—9 braune Kieferborsten (Greifhaken), welche ungefähr $^2/_3$ der Kopflänge sind. Die mittleren Kieferborsten sind die längsten. Sie sind weniger gekrümmt als die Kieferborsten der Sagitta bipunctata, welche auch im Verhältniss zum Kopf grösser sind. Die Spitze der Kieferborsten (Taf. I, Fig. 13) ist knieförmig einwärts gebogen, während sie bei S. bipunctata die Krümmung der Borste kreisbogenförmig fortsetzt. Die Basis der Kieferborsten ist an der concaven Seite abgerundet, an der convexen gekielt. Bei S. bipunctata ist die Basis an beiden Seiten gekielt und geflügelt."

„Vor den Kieferborsten liegt **eine Reihe** Dornen (Stacheln), deren Grösse von dem Stirnrande aus nach hinten zu abnimmt. Ich zählte 23—26 an jeder Seite. Ihre Spitze ist

zart und von dem Körper abgesetzt. Ihr Körper wird nach hinten blattartig dünn. Sagitta bipunctata dagegen hat vor den Kieferborsten zwei Gruppen von Dornen (Stacheln) etc. Die Bewaffnung der Unterseite des Kopfes kann also zur sicheren Unterscheidung der beiden Sagitta-Arten dienen."

„In der Genitalgegend stehen zwei Seitenflossen; das Hinterende umsäumt eine horizontale Schwanzflosse. Diese Flossen waren bei allen Exemplaren, welche aus dem Inhalt des Schleppnetzes stets todt hervorgeholt wurden, verletzt. Im Hinterende des Rumpfes liegen zwei schlauchförmige Ovarien von röthlich gelber Farbe, im Vorderende des Hinterkörpers zwei Hoden. Die Höhlungen des Hinterkörpers waren bei mehreren mit Spermazellen angefüllt. In ihrem inneren Bau stimmt Sagitta hamata also mit Sagitta bipunctata überein."

In seiner Bearbeitung der Chaetognathen hat Langerhans die Sagitta hamata von Möbius zum Vertreter des Genus Krohnia erhoben. Da dasselbe indessen nur durch die einreihige Anordnung der Kopfstacheln vom Genus Spadella abweicht, mit ihm aber im Besitz nur eines Paares von Seitenflossen übereinstimmt, halte ich die Vereinigung zu einem Genus für zweckentsprechend.

**Tabellarische Uebersicht der Chaetognathen** (Leuckart).

Diagnose. Körper aus 3 durch Querscheidewände getrennten Abschnitten bestehend (Kopf, Rumpf- Schwanzsegment) mit horizontal gestellten Flossen. Kopf mit Greifhaken, Kopfstacheln und einer Kopfkappe, mit 2 Augen und einem unpaaren Geruchsorgan versehen. Geräumige Leibeshöhle. Darm mit 2 Mesenterien mündet vor dem darmlosen Schwanzsegment aus. 4 longitudinale Muskelbänder. Nervensystem besteht aus dem Bauchganglion, dem oberen Schlundganglion und den seitlichen Kopfganglien. Rumpfsegment mit 2 Ovarien, Schwanzsegment mit 2 Hoden.

**I. Genus. Sagitta** (Slabber).

Unpaare Schwanzflosse, 2 Paar Seitenflossen.

a) Arten von 3—7 Ctm. Länge.

1. Sagitta hexaptera (D'Orbigny). Vordere und hintere Seitenflossen durch einen weiten Abstand getrennt. Länge 6—7 Ctm. Greifhaken 6—7, Kopfstacheln der vorderen Reihe 3—4, der hinteren Reihe 5—7. Schwanzsegment $^1/_4$ so lang als das Rumpfsegment. Geruchsorgan birnförmig.
2. Sagitta lyra (Krohn). Vordere und hintere Seitenflossen berühren sich bis zur Verschmelzung. Länge 3—$3^1/_2$ Ctm. Greif-

haken 6—8. Kopfstacheln der vorderen Reihe 7, der hinteren Reihe 11.

3. Sagitta magna (Langerhans). Länge 4 Ctm. Greifhaken 7—9. Kopfstacheln der vorderen Reihe 4, der hinteren Reihe 2—3.
4. Sagitta tricuspidata (Kent). Seitenflossen von einander deutlich getrennt. Länge 3—5 Ctm. Greifhaken 8. Kopfstacheln der vorderen Reihe 3. Hinterer Kopfstachel 1.
5. Sagitta bipunctata (Quoy und Gaimard). Seitenflossen von einander deutlich getrennt. Länge 1,5—2 Ctm. Greifhaken mit glattem Rand 8—10. Vordere Kopfstacheln 5, hintere 10 bis 15. Epidermis im vorderen Theil des Rumpfes verdickt.
6. Sagitta serratodentata (Krohn). Unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Schneide der 8 Greifhaken gezähnelt, die Epidermis dünn und der Kopf länger als breit ist.
7. Sagitta Mariana (Lewes).
8. Sagitta pontica (Ulianin).
9. Sagitta diptera (D'Orbigny).
10. Sagitta triptera (D'Orbigny).

### II. Genus. Spadella (Langerhans).

Unpaare Schwanzflosse. 1 Paar Seitenflossen.

1. Spadella cephaloptera (Busch). Länge 0,5—1 Ctm. Rumpf und Schwanzsegment gleich gross. Bauchfläche warzig, mit Klebzellen bedeckt. Kopfkappe mit 2 tentakelartigen Auswüchsen.
2. Spadella draco (Krohn). Länge 1 Ctm. Epidermis am Rumpfsegment stark verdickt, besteht aus grossen blasigen Zellen. Rechts und links vom Bauchganglion ein Bündel äusserst langer Borsten, die horizontal vom Körper abstehen.
3. Spadella hamata (Möbius). Länge 3,5 Ctm. Greifhaken 8 bis 9 mit knieförmig umgebogener Spitze. Eine einzige Reihe von 23—26 Kopfstacheln. Schwanzsegment viel kleiner als das Rumpfsegment.

## IV. Entwickelungsgeschichte der Chaetognathen.

Zum Studium der Entwickelungsgeschichte sind die Eier der Sagitta bipunctata und S. serratodentata sehr geeignete Objecte. Man braucht nur eine Anzahl frisch eingefangener geschlechtsreifer Thiere in einem kleinen Gefäss zu isoliren und man kann sicher sein, schon nach einigen Stunden Eier im Meerwasser suspendirt zu finden. Obwohl dieselben von ansehnlicher Grösse sind, erfordert es doch, um sie zu sehen, einige Aufmerksamkeit und passende Beleuchtung, da sie vollkommen durchsichtig und so klar wie das Meerwasser selbst sind; man gewahrt sie als glänzende unter der Wasseroberfläche schwimmende Kugeln, die man zur Untersuchung mit einer Glasröhre herausfischen kann.

Während die Sagitteneier sich im frischen Zustande wegen ihrer vollkommenen Transparenz leicht untersuchen lassen, sind sie dagegen zur Behandlung mit Reagentien weniger geeignet; in Osmiumsäure schwärzen sie sich rasch, ebenso werden sie in anderen Reagentien durch Gerinnung undurchsichtig und lassen sich auch durch vorsichtigen Glycerinzusatz nicht aufhellen, da der sehr wasserreiche Dotter schrumpft und zerfällt. Am weitesten kömmt man noch durch Zusatz von 1—2 % Essigsäure, welche in der ersten Zeit der Einwirkung meist recht deutliche Bilder gibt, später aber gleichfalls das Object undurchsichtig macht.

Um die ersten Entwickelungsvorgänge zu studiren, empfiehlt es sich, anstatt die Eiablage abzuwarten, sich reife Eier dadurch zu verschaffen, dass man Sagitten mit prall gefüllten Geschlechtsorganen zerschneidet, allmählich die Geschlechtsproducte aus der Schnittöffnung austreten lässt und die Eier, deren Keimbläschen schon geschwunden ist, in reines Seewasser isolirt. So glückte es mir an ein und demselben Object von Anfang an die Bildung der Richtungskörper und die im Inneren des Dotters sich abspielenden Befruchtungsvorgänge zu verfolgen.

Die reifen Eier werden von einer doppelt contourirten derben Membran und nach Aussen von dieser noch von einer Schleim-

schicht umgeben. Sie bestehen aus kleinen wasserhellen Dotterkügelchen und einer dieselben verbindenden protoplasmatischen Grundsubstanz, zwei Theilen, die bei der Gleichartigkeit der Lichtbrechung und ihrer fast vollkommenen Transparenz kaum von einander zu unterscheiden sind. Da die reifen Eier ihr Keimbläschen schon im Ovarium verlieren, so scheinen sie unmittelbar nach der Ablage kernlos zu sein. Bei Zusatz von 2 % Essigsäure dagegen wird in der Dotterrinde ein Bündel glänzender Stäbchen sichtbar, die ziemlich dick, aber recht kurz sind. Auch Fol beschreibt dieselben als „une rangée verticale de petits grains réfringents.“ Das Gebilde entspricht trotz der etwas abweichenden Beschaffenheit den Kernspindeln anderer Eier und zeigt den Ort an, wo die Bildung der zwei Richtungskörper erfolgt, welche ich am lebenden Objecte verfolgen konnte. Die zwei Richtungskörper sind im Vergleich zum grossen Ei von verschwindender Kleinheit und werden alsbald nach ihrer Abschnürung durch die eng anschliessende Membran auf den Dotter dicht aufgepresst; sie können daher leicht übersehen werden, wie sie denn auch erst in der Neuzeit von Fol und mir entdeckt worden sind.

Etwa eine viertel Stunde nach der Bildung des zweiten Richtungskörpers entsteht unter ihm in der Dotterrinde der Eikern als eine kleine Vacuole, die sich langsam vergrössert. Schon früher während der Abschnürung des zweiten Richtungskörpers ist der Spermakern wahrzunehmen, welcher am vegetativen Pole des Eies vis à vis dem Eikern gleichfalls als eine kleine von einer Strahlung umgebene Vacuole erscheint. Indem der männliche und weibliche Kern sich ein wenig vergrössern, wandern sie auf einander zu und verschmelzen etwa in der Mitte des Eies, nachdem sie zusammen das Centrum einer sehr deutlichen Strahlenfigur geworden sind, mit einander zum Furchungskern.

Indem ich mich auf diese kurzen Bemerkungen beschränke, verweise ich auf die Darstellung, welche ich vor zwei Jahren von der Bildung der Richtungskörper und von der Befruchtung bei Sagitta gegeben habe (18. p. 188—190), sowie auf die noch ausführlichere und von zahlreichen Abbildungen begleitete Beschreibung, welche derselbe Gegenstand durch Fol (11. p. 35—38 u. 109—112) erfahren hat.

An die Entstehung des Furchungskerns schliessen sich alsbald die Phaenomene an, welche zur Zweitheilung führen und welche sich bei der Durchsichtigkeit des Dotters so schön wie bei wenigen Objecten beobachten lassen. Auch hierüber hat Fol (11

p. 193—197) genaue Mittheilungen gemacht, auf welche hiermit verwiesen wird.

Die Furchung, welche von mir bis zur Bildung von 16 Zellen verfolgt wurde, bietet manches Bemerkenswerthe dar. Die erste Furche, welche unterhalb der Richtungskörper beginnt und als Meridianfurche bezeichnet werden soll, verläuft vom animalen zum vegetativen Pol und zerlegt das Ei in zwei gleich grosse Halbkugeln. Diese platten sich gegenseitig ab und lagern sich fest aneinander, lassen aber jetzt schon im Centrum einen kleinen Raum zwischen sich frei, das erste Anzeichen der später immer grösser werdenden Furchungshöhle.

Bei einem regelmässigen weiteren Verlauf der Theilung müssten nun die zwei Furchen, durch welche die zwei Halbkugeln in vier Stücke zerfallen, wieder Meridiane sein, indem sie genau vom animalen zum vegetativen Pole verliefen, anstatt dessen aber treffen sie die erste Theilungsfurche in einiger Entfernung von den Polen und zwar in folgender Weise: wenn die Furche der einen Halbkugel etwas links vom animalen Pole beginnt und nun ebenso viel nach rechts vom vegetativen Pole endet, verläuft die Furche der anderen Halbkugel umgekehrt von rechts nach links. Die auf diese Weise entstehenden Theilungsebenen würden sich daher, wenn wir sie uns beide durch das ganze Ei verlängert denken, unter spitzem Winkel gegenseitig schneiden. In Folge dessen nehmen die vier Theilstücke, indem sie sich gegenseitig anpassen und an einander etwas verschieben, eine characteristische Form und Lage an, über welche Figur 5 auf Tafel V am besten Aufschluss gibt.

An dem animalen Pole des Eies, welcher gerade abgebildet ist, stossen nicht alle vier Zellen, wie es bei regelmässiger Furchung der Fall sein sollte, in einem Puncte zusammen, sondern nur zwei derselben berühren sich mit verbreiterten Enden und bedingen eine kurze, gerade Furche (T), welche wir ihrer Lage nach als Polarfurche benennen wollen; die beiden andern Zellen, welche von der gegenseitigen Berührung ausgeschlossen sind, enden zugespitzt an den beiden Enden der Polarfurche. Ganz dieselben Verhältnisse wiederholen sich am vegetativen Pole; nur treffen sich hier die beiden Zellen, welche den animalen Pol nicht erreichten, mit verbreiterten Enden. Sie bilden eine vegetative Polarfurche, welche die animale, wenn wir beide auf dieselbe Ebene projiciren, unter rechtem Winkel kreuzt, wie man beim Wechseln der Einstellung an dem durchsichtigen Object leicht feststellen kann. Die durch Viertheilung entstandenen vier Zellen

sind also keine regelmässigen Viertel einer Kugel; an jedem können wir ein stumpfes und ein spitzes, den Polen des Eies zugewandtes Ende unterscheiden. Je zwei aus einer Halbkugel abstammende Zellen sind dann in der Weise gruppirt, dass sie mit ihren stumpfen oder spitzen Enden nach entgegengesetzten Richtungen schauen, dass das stumpfe Ende von der einen nach dem animalen, von der anderen nach dem vegetativen Pole gewandt ist. — Die Furchungshöhle, welche man bei mittlerer Einstellung des Mikroskops wahrnimmt, hat sich etwas vergrössert.

Eine ähnliche Anordnung der vier ersten Furchungszellen wie bei Sagitta hat soeben auch Rabl[1]) an den Eiern von Planorbis genau beschrieben, er nennt die Polarfurche Querfurche und bemerkt hierzu, dass sie einen wichtigen Anhaltspunkt für die Orientirung des Keimes abgiebt.

Wenn man den Furchungsprocess der Sagitteneier noch weiter verfolgt, sieht man nach kurzer Zeit die vier Zellen in acht zerfallen durch Furchen, die in aequatorialer Richtung verlaufen. Die acht Zellen (Taf. V, Fig. 6) sind ziemlich gleich gross, aber von verschiedener Form, je nachdem sie aus dem abgestumpften oder dem zugespitzten Ende der ursprünglichen Viertheile hervorgegangen sind. Von ihnen kommen je zwei, welche den abgestumpften Enden der Viertheile entsprechen, an den animalen und vegetativen Pol zu liegen, wo sie in den zwei oben erwähnten Polarfurchen zusammen treffen. Die vier übrigen Zellen, welche aus den zugespitzten Enden der Viertel entstanden sind, bilden einen aequatorialen Gürtel und begrenzen vorzugsweise die Furchungshöhle, welche in der Zwischenzeit an Ausdehnung noch mehr zugenommen hat.

Die nächsten Theilungen, durch welche die acht in sechszehn Zellen vermehrt werden (Taf. V, Fig. 8), geschehen wieder durch Meridianfurchen. Aus den zwei am vegetativen und am animalen Pole gelegenen Zellen werden beiderseits vier, welche in der Polarfurche zusammenstossen. 8 Zellen bilden einen Gürtel am Aequator des Eies. Alle 16 Theilstücke besitzen die Form von Pyramiden, deren Spitzen nach dem Centrum des Eies gerichtet sind und die Furchungshöhle umgeben.

Durch weiter fortgesetzte Theilungen (Taf. V, Fig. 7) ent-

---

[1]) C. Rabl, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphologisches Jahrbuch. Bd. V. p. 566—567.

steht eine Blastula, von welcher Gegenbaur (15. p. 8) eine gute Abbildung und Beschreibung geliefert hat. Bei den Sagitten ist sie dadurch ausgezeichnet, dass die Furchungshöhle (F) relativ klein bleibt und von sehr langen pyramidenförmigen Zellen umgeben wird, deren Kern weit nach Aussen dicht an der Basis der Pyramide gelegen ist. Die Blastula ist von kurzer Dauer, indem rasch an ihr Veränderungen eintreten, durche welche sie in die Gastrula umgewandelt wird (Taf. VI, Fig. 1). Ihre eine Hälfte beginnt sich nämlich abzuplatten und sich nach dem Centrum des Eies zu ein wenig einzusenken, wodurch die ursprünglich kugelige Furchungshöhle in einen napfförmigen Spaltraum (F) übergeht (Taf. VI, Fig. 2). Die Grube auf der eingedrückten Seite der Blastula ist anfänglich ganz flach, vertieft sich aber von jetzt ab zusehends. Es hängt dies mit zwei weiteren Veränderungen am Keim zusammen, einmal damit dass sich die eingestülpte Zellenlage an die andere noch dichter anlegt und die Furchungshöhle (F) nach und nach fast ganz zum Schwund bringt, und zweitens damit, dass die Zellen eine andere Form annehmen. Während ursprünglich die nach der Furchungshöhle sich verjüngenden Zellen von einer aussergewöhnlichen Länge sind, beginnen sie sich von dem Augenblicke an, wo die eine Hälfte der Blastula sich in die andere einsenkt, in ganz auffälliger Weise zu verkürzen, je mehr durch weitere Theilungen ihre Anzahl zunimmt, dagegen bleibt ihre Breite immer ziemlich die gleiche. Da somit die Vermehrung der Zellen auf Kosten ihrer Länge bei gleich bleibender Breite erfolgt, muss die Zellenschicht als Ganzes fortwährend eine beträchtliche Vergrösserung ihrer Oberfläche erfahren und dies äussert sich darin, dass sich aus der Blastula mit abgeplattetem Pole eine typische Gastrula entwickelt, wie sie in der Figur 2 dargestellt ist.

Der Keim hat jetzt eine Becherform angenommen und besteht aus zwei Blättern, dem Ektoblast und dem Entoblast, zwischen welchen ein sehr schmaler Spaltraum (F) noch die ehemalige Furchungshöhle andeutet. Die Zellen der beiden Blätter sind cylindrisch und nur etwa halb so lang als die pyramidenförmigen Theilstücke, welche auf dem Blastulastadium (Taf. V, Fig. 7) die Furchungshöhle umgeben haben. Der Urdarm ist noch durch einen weiten Urmund nach Aussen geöffnet. Auf späteren Stadien nimmt er an Tiefe immer mehr zu, indem sich die beiden primären Keimblätter durch neue Zelltheilungen weiter vergrössern. Dabei schliesst er sich nach Aussen durch Verengerung des Ur-

mundes mehr ab, nach dem aboralen Pol dagegen weitet er sich aus (Taf. VI, Fig. 3). Die Zellen der beiden Keimblätter gleichen sich in Grösse, Form und Inhalt vollständig, nur in der Lage des Kerns macht sich ein geringer Unterschied bemerkbar. Im Ektoblast ist der Kern kuglig und liegt ganz an der Peripherie der Zelle, im Entoblast ist er mehr oval und etwas weiter von dem peripheren Zellenende entfernt.

Die Gastrula der Sagitten in völlig ausgebildetem Zustande hat zuerst Gegenbaur (15. p. 10) beobachtet, aber da ihm die Zwischenstadien von der Blastula an entgingen, kam er zu einer irrigen Vorstellung von der Art und Weise, wie die Gastrula gebildet wird; er glaubte, dass die beiden Zellenschichten einer Theilung der pyramidenförmigen Zellen der Blastula direct ihren Ursprung verdankten, dass mithin die Furchungshöhle in den Urdarm überginge und der Urmund eine Neubildung sei, entstanden durch einen Durchbruch der Furchungshöhle nach Aussen „durch ein Auseinanderweichen gewisser Zellpartieen." Eine derartige Auffassung wurde dadurch nahe gelegt, dass die Dicke von Ektoblast und Entoblast der Gastrula zusammengerechnet dem Längsdurchmesser der pyramidenförmigen Zellen der Blastula gerade gleichkommt. Später hat Kowalevsky (26. p. 7) eine richtige Darstellung gegeben, indem er sich die Gastrula durch Einstülpung entwickeln liess und die beiden Zellenschichten den Keimblättern der höheren Thiere verglich; doch hat er die Umbildung der Blastula in die Gastrula und die hierbei sich abspielenden Vorgänge im Einzelnen nicht näher verfolgt.

Während des Gastrulastadiums, das von langem Bestande ist, treten am inneren Keimblatt eine Reihe von Veränderungen ein, die von hohem Interesse sind. Ein Theil derselben bezieht sich auf die erste Anlage der Geschlechtsorgane und ein anderer Theil auf die Bildung des Darmkanals und der Leibeshöhle.

Zur Zeit, wo der Grund der Gastrulahöhle sich auszuweiten beginnt, sind im Entoblast zwei Zellen wahrzunehmen, welche an Grösse die übrigen weit übertreffen und gerade dem Urmund gegenüber am aboralen Pole liegen (Taf. VI, Fig. 3 ug). Beide grenzen unmittelbar an einander und sind ohne Frage die grössten von allen embryonalen Zellen dieses Stadiums. Was sie aber hauptsächlich leicht kenntlich macht, das sind ihre ansehnlichen, bläschenförmigen, runden Kerne, welche um mehr als das Doppelte die anderen Kerne an Grösse übertreffen und mehrere

kleine Nucleoli enthalten. Bei keiner der zahlreichen Gastrulae, die ich durchmusterte, wurden sie, wenn jene ein bestimmtes Alter erreicht hatten, vermisst, woraus klar hervorgeht, dass wir es nicht etwa mit Zellen zu thun haben, die zufällig in der Theilung zurückgeblieben sind, sondern dass ihnen eine besondere morphologische Bedeutung zukömmt. Es lehrt nun auch der weitere Verlauf der Entwicklung, dass die beiden grossen Zellen im Entoblast der Gastrula den männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen den Ursprung geben. Daher mögen sie denn schon jetzt als die Urgeschlechtszellen bezeichnet werden.

Mit dem Auftreten derselben ist es möglich am Embryo bereits die späteren Axen zu bestimmen. Eine Linie, die vom Urmund zu den Urgeschlechtszellen gezogen wird, bezeichnet die Längsaxe und zwar zeigt der Urmund das spätere Schwanzende an; eine zweite Linie, die rechtwinklig zur Längsaxe durch beide neben einander liegende Geschlechtszellen hindurchgeht, lässt sich als spätere Queraxe bestimmen und eine dritte Linie, die auf den beiden anderen senkrecht steht, wird zur dorsoventralen Axe.

Die Urgeschlechtszellen, welche sich bei ihrem ersten Auftreten mit den übrigen Entoblastzellen in derselben Schicht befinden, bedingen später am Grund des Urdarms eine kleine Hervorragung nach Innen; auf einem noch weiter vorgerückten Stadium haben sie sich getheilt und sind gleichzeitig aus dem Entoblast noch weiter in den Urdarm hineingetreten (Taf. VI, Fig. 4); sie bilden einen höckrigen Protoplasmawulst, in welchem Zellcontouren nicht deutlich zu erkennen sind, in welchem aber in der Queraxe des Embryo vier grosse bläschenförmige Kerne nebeneinander liegen. Letztere sind auch jetzt noch grösser als die Kerne der übrigen Entoblastzellen.

Den Moment, in welchem die zwei Urgeschlechtszellen sich theilen, habe ich nicht beobachten können, da sich ein und dasselbe Ei unter dem Objectträger nicht ohne besondere Vorkehrungen stundenlang lebend erhalten lässt, sondern wegen Sauerstoffmangels und Vermehrung des Salzgehaltes des Meerwassers in Folge von Verdunstung nach einiger Zeit abstirbt. Indessen kann es bei der ganzen Sachlage keinem Zweifel unterworfen sein, dass der vierkernige Protoplasmastreifen einer Theilung der zwei aus dem Entoblast schon etwas herausgedrängten Entoblastzellen sein Dasein verdankt. Später werden in dem höckrigen Streifen die

Zellcontouren immer deutlicher. Wie schon jetzt bemerkt werden mag, stellen von den vier in der Queraxe aneinandergereihten Zellen die zwei mittleren die Anlagen der Hoden, die zwei seitlichen die Anlagen der Eierstöcke dar. Jede der zwei Urgeschlechtszellen vereinigt daher noch das Material der Eierstöcke und Hoden in sich, welches sich erst durch Theilung von einander trennt.

Während dies geschieht, hat sich auch der Urdarm in seiner Form nicht unerheblich verändert. Erstens hat sich an der oralen Hälfte der Gastrula die dorsale Wand der ventralen so dicht genähert, dass der vordere Theil des Binnenraums und der Urmund spaltförmig geworden sind (Taf. VI, Fig. 5). Der Mundspalt liegt jetzt ebenso wie die vier Geschlechtszellen in der Queraxe des embryonalen Körpers. In Folge dessen ist der orale Theil des Urdarms am Deutlichsten zu sehen bei seitlicher Lage des Embryo, bei welcher man in die Tiefe des Spaltes blickt (Taf. VI, Fig. 5, 7, 9), während man bei Betrachtung von der Rücken- oder Bauchfläche die den Spalt begrenzenden breiten Flächen mit ihrem Zellenmosaik vor sich hat (Taf. VI, Fig. 6, 8, 10). Zweitens hat sich der Urdarm in demselben Maasse als er sich vorn verengert, in seinem aboralen Theil immer mehr ausgeweitet und wird jetzt durch eine eigenthümliche Einfaltung des Entoblasts in drei Räume, in einen mittleren und zwei seitliche, zerlegt.

Am besten erkennt man diese Veränderungen, wenn man ein Ei so lagert, dass seine dorsoventrale Axe mit der Axe des Mikroskops zusammenfällt. Ein Criterium dafür, ob man eine solche Lage vor Augen hat, geben die vier Geschlechtszellen und der Gastrulaspalt. Die vier Geschlechtszellen, welche sich in der Queraxe des Embryo befinden, müssen in einer Linie neben einander deutlich zu sehen sein und die den Gastrulaspalt begrenzenden Flächen und die Urmundränder müssen dann gleichfalls parallel zur Ebene des Objectträgers liegen. Die Figuren 6, 8, 10 entsprechen diesen Anforderungen, und zeigt uns unter ihnen Figur 6 den Anfang des jetzt näher zu untersuchenden Einfaltungsprocesses. Im erweiterten aboralen Theil des Urdarms hat sich der Entoblast vom Ektoblast an zwei Stellen etwas abgehoben und in zwei kleine Falten gelegt, welche in den Urdarm ein wenig hineinragen und denselben in einen weiteren mittleren Raum und zwei kleinere seitliche Divertikel scheiden. Der

Mittelraum enthält die vier Geschlechtszellen, welche in Folge der beschriebenen Vorgänge ihre Lage verändert und sich vom aboralen Pol der Gastrula etwas nach dem Urmund zu entfernt haben.

Durch einen weiteren Fortschritt der Einfaltung entsteht das in Figur 8 dargestellte Bild. Die Cylinderzellen des Entoblasts haben sich namentlich im aboralen Theil des Urdarms durch Theilung weiter vervielfältigt und dadurch an Höhe wiederum verloren. Die zwei Falten haben sich beträchtlich vergrössert und sind fast bis in die Mitte des Gastrulakörpers hineingewuchert. Dabei haben sich ihre Ursprungsstellen von der Seite mehr nach der Mitte zu vorgeschoben, wodurch der ursprünglich weite Mittelraum auf einen schmalen Spalt reducirt worden ist, der nun den gleichfalls spaltförmigen Seitenräumen gleicht. Nach ihrer zukünftigen Bestimmung wollen wir schon jetzt den mittleren Raum als Darmspalt (ds) und die beiden seitlichen Räume als Leibesspalten (c) bezeichnen. Mit der zunehmenden Verengerung des ersteren sind die vier Geschlechtszellen (ug) durch die vorwachsenden Falten bis in die Mitte der Gastrula gleichsam hineingeschoben worden und liegen hier an der Stelle wo der Darmspalt sich in den oralen Theil des noch einheitlichen Urdarms öffnet. Sie überbrücken die spaltförmige Oeffnung, indem sie quer von einem Faltenrand zum andern in einer Reihe hinüberreichen. Die vier Zellen sind deutlicher als früher von einander abgegrenzt und sind nach wie vor an ihren vier grossen bläschenförmigen Kernen jederzeit leicht zu erkennen.

Auf dem dritten, in Figur 10 abgebildeten Stadium hat die Gastrula im Ganzen ein wenig an Länge zugenommen. Die beiden Falten des Entoblasts sind weiter gewachsen und reichen schon in die orale Hälfte hinein, wobei sie mit ihren Rändern die vier Geschlechtszellen immer vor sich herschieben.

Eine Ergänzung erhalten die eben beschriebenen Bilder, wenn man die Eier um einen rechten Winkel dreht, so dass man sie von der Seite betrachtet (Taf. VI, Fig. 5, 7, 9). Der vordere Theil des Urdarms erscheint jetzt deutlich als Spalt, bei scharfer Einstellung ist immer nur eine Geschlechtszelle (ug) sichtbar, da die übrigen entweder über oder unter ihr liegen. Die sich bildenden Falten (E) des Entoblasts werden von der Fläche gesehen und kehren daher dem Beobachter das Mosaik ihres Cylinderepithels zu. Da ferner die Eier auf dem optischen Durchschnitt gezeichnet und gerade halbirt sind, ist natürlich immer nur eine

der zwei Falten und zwar nur ihre den Darmspalt begrenzende Wand zu überblicken.

In Figur 5, welche die seitliche Ansicht von Figur 6 ist, wird der erweiterte Grund des Urdarms schon ein wenig durch einen kleinen Wulst des Entoblasts (E) eingeengt.

In Figur 7, der Ergänzung zu Figur 8, hat sich der Wulst E vergrössert und füllt die dargestellte Hälfte der aboralen Urdarmhöhle fast ganz aus. Das vorliegende Bild ist kein vollständig symmetrisches. Erstens sind auf seiner linken Seite die Zellen des Ektoblasts viel höher als rechts und da auch auf späteren Entwicklungsstadien der Ektoblast ventralwärts verdickt ist, wird man nicht fehlschliessen, wenn man schon jetzt die linke Seite für die Bauchseite, die rechte für den Rücken des Embryo erklärt. Zweitens geht der Wulst (E) des Entoblasts links und aboral in die Wand der Gastrula continuirlich über, während er nach rechts durch einen Spalt von ihr getrennt ist. Daraus folgt, dass die zwei in Figur 8 auf dem Querschnitt gesehenen Falten (E) von der aboralen und ventralen Wand des Urdarms ihren Ausgang genommen haben und von hier der dorsalen Wand entgegen wuchern, und dass die drei von ihnen gebildeten Spalträume sowohl nach dem Urmund als auch am späteren Rücken des Embryo unter einander communiciren.

In Figur 9 endlich, der Seitenansicht von Figur 10, hat sich der dorsale Faltenrand an die entgegengesetzte Entoblastfläche fest angelegt. Indem er mit ihr später verlöthet, öffnen sich dann die beiden Leibesspalten (c) und der Darmspalt (ds) nur noch nach dem ungetheilten Raum des Urdarms.

Bei der seitlichen Ansicht ist auch die Verlagerung der Geschlechtszellen (ug) gut zu verfolgen. In Figur 5 noch am Grunde des Urdarms gelegen, sind sie in Figur 7 und 9 nach dem Gastrulamund durch die zwei Falten vorgeschoben. Sie werden vom oralen Rand derselben getragen und berühren dorsal und ventral die Wandungen des von hier ab spaltförmig werdenden Urdarms. Der Spalt desselben kreuzt unter rechtem Winkel die Richtung, in welcher der Spalt des sich entwickelnden bleibenden Darms verläuft.

Sehr instructive Bilder gewähren endlich Eier, die man so gelagert hat, dass sie ihren oralen oder aboralen Pol dem Beobachter zukehren. Von einem so gelagerten Ei zeigt uns Figur 11 einen optischen Durchschnitt durch die Gegend, wo die zwei Fal-

ten (E) des Entoblasts in den Urdarm hineingewuchert sind. Sie entspringen, wie deutlich zu sehen ist, von der ventralen Wand und treffen mit ihren Rändern, an denen das eine Blatt der Falte in das andere umbiegt, die dorsale Wand. Sowohl mit dieser als auch unter einander sind die Faltenränder im Begriffe zu verschmelzen, und sind daher der mittlere Darm (ds) und die seitlichen engen Leibesspalten (c) von einander auch dorsalwärts schon vollständig abgeschlossen. Von links nach rechts folgen sich auf dem Querschnitt im Ganzen acht Zellenschichten auf einander, von denen zwei den Darmspalt, vier die zwei Leibesspalten und zwei den Körper nach Aussen begrenzen. Wir können dieselben als Entoblast (En), als parietales und viscerales Blatt des Mesoblasts ($Me^2$ u. $Me^1$) und als Ektoblast (Ek) benennen. Die zukünftige Bestimmung dieser Schichten ist leicht fest zu stellen. Die beiden innern werden zum Darmdrüsenblatt, die links und rechts angrenzenden zum Darmfaserblatt und die nach Aussen von den Leibesspalten folgenden zum Hautfaser- und Hornblatt.

Bevor wir in der Beschreibung der weiteren Entwicklungsvorgänge fortfahren, möge ein geschichtlicher Excurs hier Platz finden. Kowalevsky hat sich durch seine embryologischen Studien das grosse Verdienst erworben, uns von der Entstehung der Darm- und Leibeshöhle der Sagitta eine richtige Vorstellung verschafft zu haben, indem er zuerst die von zwei Stellen des Urdarms ausgehende Faltenbildung des Entoblasts beobachtete. Kowalevsky hat indessen nur die allgemeinen Umrisse von diesem fundamental wichtigen Entwicklungsprocess der Sagitta gegeben, über alles Detail geht er hinweg; so hat er auch ganz das frühzeitige Auftreten der Geschlechtszellen übersehen und hat dieselben erst bei schon weit entwickelten, ausgeschlüpften Larven beschrieben. Hier hat nun Bütschli (1. p. 409) in einer kurzen Mittheilung „Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta“ ergänzend eingegriffen. In der Einstülpungshöhle der Gastrula schildert derselbe „einen aus einer Anzahl Zellen bestehenden rundlichen Körper, der sich von der inneren Zellenschicht losgelöst hat“; er lässt ihn „von der sich entwickelnden Darmfalte mehr und mehr nach der Mitte des Embryo hingeschoben“ und hier „in der Querdimension des Embryo zu einem längeren Strang ausgezogen werden, der durch zwei tiefe und eine seichtere Einschnürung in vier ungefähr eiförmige Partieen getheilt ist.“ Jede dieser vier Partieen hält Bütschli für mehrzellig und lässt die-

selben zu den späteren Geschlechtsorganen werden und zwar die aussen liegenden zu den Eierstöcken, die innen liegenden zu den Hoden. Diese Deutungen Bütschli's sind richtig, seine Beobachtungen aber unvollständig. Die zwei grossen Urgeschlechtszellen am aboralen Pole der Gastrula sind ihm entgangen, ebenso auch die Thatsache, dass jede der vier Anlagen der Geschlechtsorgane während der Entwicklung in der Eihülle nur eine einzige grosse Zelle mit bläschenförmigem Kern ist. Sowohl die Figuren von Kowalevsky, als von Bütschli sind schematisch gehalten.

Der nächste Fortschritt im Entwicklungsleben der Sagitta führt zur Bildung des bleibenden Mundes. Wie schon Kowalevsky richtig beobachtet hat, tritt derselbe am aboralen Pole der Larve auf. Hier entsteht eine kleine Einbuchtung des Ektoblasts gerade vis à vis dem blinden Ende des Darmspaltes. Die Grenze zwischen Ektoblast und Entoblast, die auf dem vorhergehenden Stadium (Taf. VI, Fig. 7 u. 8) eine vollkommen scharfe war, verschwimmt in der Umgebung der Einsenkung (Fig. 9 u. 10 o). Endlich kommt, indem die Zellen sich abflachen und aus einander weichen, eine freie Communication zwischen dem Grund der Mundbucht und dem Darmspalt (Fig. 12 o) zu Stande. Der letztere öffnet sich daher eine Zeit lang nach zwei Richtungen, 1) nach Aussen durch den bleibenden Mund und 2) in den nach dem Urmund zu gelegenen Theil des Urdarms.

Bis jetzt hatte der Embryo während aller Veränderungen im Grossen und Ganzen die Kugelgestalt beibehalten, von dem Zeitpunkt jedoch, wo der Durchbruch des bleibenden Mundes erfolgt ist, beginnt er sich in auffälliger Weise zu strecken und in immer rascherem Tempo in die Länge zu wachsen, womit eine entsprechende Abnahme in querer und dorsoventraler Richtung einher geht. Zunächst nimmt der Embryo eine ovale Form an (Taf. V, Fig. 1), darauf wird er bei fortgesetztem Längenwachsthum gezwungen sich zu krümmen, da eine weitere Streckung durch die Eihüllen gehemmt wird (Fig. 3). Die Einkrümmung erfolgt ventralwärts, was daraus geschlossen werden kann, dass der Ektoblast auf der concaven Seite viel dicker als auf der convexen ist; sie wird bald so stark, dass der durch den bleibenden Mund deutlich gekennzeichnete Kopftheil des Embryo mit dem entgegengesetzten Schwanzende zusammenstösst (Fig. 4). Auf einem noch älteren Stadium schieben sich beide Enden aneinander vorbei, bis endlich der nun deutlich wurmförmig gewor-

dene dünne Embryo vor seinem Ausschlüpfen in der Eihülle in mehreren Spiralen zusammengerollt ist.

Ueber die inneren Veränderungen, die während dieser Streckung sich im Embryo vollziehen, geht Kowalevsky rasch hinweg; er gibt noch an, dass der Gastrulamund sich frühzeitig schliesst und dass im Schwanz die mittlere Scheidewand entsteht, dass er aber ihre Bildung nicht habe beobachten können. Er vermuthet nur, dass die äusseren Blätter der beiden Falten da, wo das Darmrohr aufhört, zusammentreten und weiter nach unten wachsend die Scheidewand bilden. Im Uebrigen beschränkt sich Kowalevsky auf die Bemerkung, dass beim weiteren Wachsthum des Embryo keine wesentliche Veränderung an seiner Organisation zu bemerken sei. Das ist indessen, wie die weitere Beschreibung zeigen wird, keineswegs der Fall.

Beginnen wir mit dem Stadium, wo der Embryo eine ovale Form angenommen hat. In Figur 1, welche einen solchen Embryo vom Rücken gesehen darstellt, hat sich der Urmund (u) geschlossen und es deutet nur noch eine kleine Einbuchtung am Schwanzende und der Umstand, dass in ihrem Bereich die scharfe Abgrenzung zwischen Ektoblast und Entoblast vermisst wird, den Ort an, wo die Verlöthung der Urmundränder stattgefunden hat. Ein Theil der Urdarmhöhle hat sich immer noch ungetheilt erhalten und bildet hinter den Anlagen der Geschlechtsorgane einen dreieckigen und engen Spaltraum (ud), der in Figur 1 wenig auffällt, weil er nicht auf dem Querschnitt, sondern von der Fläche gesehen wird.

Die Darmanlage (d) hat sich nach rückwärts verlängert und haben sich hierbei ihre Wandungen so dicht an einander gelegt, dass das oben beschriebene und auf Tafel VI Figur 12 abgebildete spaltförmige Lumen verschwunden ist. Das begrenzende Epithel ist stark abgeflacht, in ihm sind die Contouren der Zellen, welche sich durch Theilung vervielfältigt haben, nicht mehr zu unterscheiden. In Folge dessen erscheint jetzt die Darmanlage als ein nahezu homogener und solider Streifen, dessen Querdurchmesser sich im Vergleich zu früher bedeutend verringert hat. Nur ihr vorderster Abschnitt, der sich zur Kopfdarmhöhle entwickelt, gewährt einen anderen Anblick, er zeigt einen klaffenden Spalt und lässt in seinen Wandungen die Zellcontouren besser erkennen, er ist breiter als der folgende solide Abschnitt, von dem er sich überhaupt ziemlich scharf abgrenzt. Ich vermuthe, dass die Kopfdarmhöhle auf eine Einwucherung des

Ektoblasts zurückzuführen sein wird und dass sich hieraus die Verschiedenheit im Bau erklärt. Dieselbe Vermuthung hat auch schon Bütschli (1) ausgesprochen. Ein Beweis wird sich freilich schwer beibringen lassen, da ich nicht wüsste, wie man auf dem vorausgegangenen Stadium bei der Gleichartigkeit der Zellen bestimmen will, wo die Zellen vom Ektoblast aufhören und diejenigen vom Entoblast beginnen.

Die Veränderung, welche an den 4 Geschlechtszellen (ug) eingetreten ist, beschränkt sich allein auf ihr gegenseitiges Lageverhältniss. Während sie früher in der Queraxe des Embryo in einer geraden Linie neben einander gereiht waren, beschreiben sie jetzt, von der Rückenseite aus gesehen, einen Bogen, dessen Concavität dem Kopfende zugewandt ist. Die beiden seitlichen Geschlechtszellen ($ug^1$), welche, wie bereits bemerkt, die Anlagen der Eierstöcke vorstellen, sind nach dem Kopfende des Embryo zu vorgeschoben und drängen sich zwischen das parietale ($Me^2$) und das viscerale Blatt ($Me^1$) des Mesoblasts in den Leibesspalt (c) hinein, während die beiden Anlagen der Hoden ($ug^2$) noch von den Rändern der beiden Einfaltungen getragen werden. Auf späteren Stadien prägt sich der Unterschied in der Lage immer schärfer aus, wie Figur 2 und noch besser die seitliche Ansicht Figur 3 erkennen lässt, und dies führt endlich zu dem Resultate, dass die Anlagen der Eierstöcke in gerader Richtung vor die Anlagen der Hoden zu liegen kommen. Die 4 Zellen, welche durch ihre auffallend grossen Kerne bei einiger Aufmerksamkeit nicht übersehen werden können, bilden dann die Ecken eines Quadrates (Taf. V, Fig. 12). Die Ursache zu diesen Lageverschiebungen scheint mir auch hier wieder in dem Wachsthum der zwei Falten des Entoblasts gegeben zu sein, deren Veränderungen wir jetzt noch nachzutragen haben.

Dadurch, dass die Darmspalte durch Aneinanderlagerung ihrer Wandungen schwindet, machen die doppelten Falten nunmehr den Eindruck einer einfachen Falte (Taf. V, Fig. 2); dieselbe schiebt sich zur Zeit, wo die Krümmung des Embryo erfolgt, wie ein Keil zwischen die 4 Geschlechtszellen hinein (Taf. V, Fig. 11), so dass zuletzt die mittleren von ihnen ($ug^2$) oder die Anlagen der Hoden nach links und rechts auseinander weichen und sich zur Seite lagern. Dann dringt die Falte nach dem Schwanzende zu weiter vor und zerlegt die hier noch längere Zeit bestehende Urdarmhöhle (ud) allmählich in eine linke und rechte Hälfte. Zwischen

beiden besteht auf dem Stadium, wo sich Kopf und Schwanz des eingekrümmten Embryo entgegenwachsen, nur eine kleine Communication als Rest des früher einheitlichen Raums. Bald ist auch dieser Rest geschwunden und die Scheidewandbildung in der ganzen Länge der Sagitta beendet.

Während des Ablaufs der beschriebenen Erscheinungen verschwindet im Inneren des Körpers, wobei wir immer von der Kopfdarmhöhle absehen, jede Spur einer Höhlung. In derselben Weise wie zuerst am Darmspalt werden bald darauf auch an den zwei Leibesspalten die Wandungen dicht aufeinandergepresst: Parietales und viscerales Blatt des Mesoblasts erzeugen dann gleichsam einen einfachen Mesoblaststreifen.

Hiermit sind die wichtigsten Veränderungen vollendet, welche die Sagitta während des Eilebens erfährt. Und so beschliesse ich denn diesen Abschnitt, indem ich noch von einem Sagittenembryo, dessen Schwanz am Kopf in einer Spirale sich vorbeizuschieben beginnt, die Bilder beschreibe, welche bei einer Seiten- und Rückenansicht, sowie auf optischen Durchschnitten entstehen. Man erhält solche Bilder von den verschiedenen Regionen des Leibes leicht durch Rollen der Eier.

Bei einer Seitenansicht ist wenig von der inneren Structur des Embryo wahrzunehmen; die Darmanlage und die zwei Mesoblaststreifen erscheinen, da sie ohne trennende Zwischenräume in der Axe des Mikroskops dicht hinter einander liegen und sich gegenseitig vollständig decken, wie eine einzige, wurstförmige Zellenmasse, die nach Aussen vom Ektoblast überzogen wird (Taf. V, Fig. 4). Als besonders unterscheidbare Gebilde treten etwas hinter der Mitte des Embryo in der Zellenmasse nur zwei dicht hintereinander gelagerte grosse bläschenförmige Kerne ($ug^1$ u. $ug^2$) und unter ihnen bei etwas tieferer Einstellung zwei weitere ebensolche Kerne hervor, welche den vier Geschlechtszellen angehören.

Viel lehrreicher sind die dorsoventrale Ansicht und die optischen Querschnitte. Bei dorsoventraler Ansicht (Taf. V, Fig. 12) sieht man einen schmalen Zellenstreifen (En), die Anlage des Darmkanals, von der Kopfdarmhöhle bis zum Schwanzende verlaufen und den wurmförmigen Körper in eine linke und rechte Hälfte zerlegen. Zu beiden Seiten der Darmanlage, die sich nach dem Schwanze zu etwas verschmälert, erstrecken sich die zwei breiten Mesoblaststreifen (Me), begrenzt nach Aussen vom

Ektoblast (Ek). Hat man gerade die Mitte des Embryo vor sich, so werden in den beiden Mesoblaststreifen noch je 2 hintereinander liegende Geschlechtszellen ($ug^1$ u. $ug^2$) sichtbar.

Auf den optischen Querschnitten bietet der Körper eine ovale, in dorsoventraler Richtung comprimirte Form dar (Fig. 15). Die Darmanlage (En) gleicht dem Durchschnitt einer biconcaven Linse; in ihr bemerkt man, wenn Essigsäure zum Präparate hinzugefügt wird, im Ganzen nur 2 Zellkerne, welche die verdickten Ränder einnehmen, während die verdünnte mittlere Partie überall kernlos ist. Die Querschnitte des Mesoblasts (Me) sind zwei Halbkreise, in denen bei Zusatz von Essigsäure 8—12 Zellkerne deutlich werden. Die optischen Querschnitte durch den Körper des Embryo, mögen sie seinem vorderen oder hinteren Ende entnommen sein, ergeben, wenn wir von Modificationen an zwei Stellen absehen, immer das gleiche Bild. Darmanlage oder Entoblast und die beiden Mesoblaststreifen stellen vollkommen solide Zellenmassen vor, welche durch glatte Contouren sowohl von einander als auch vom Ektoblast überaus scharf abgegrenzt sind. Besondere Zellen sind in ihnen im frischen Zustande nicht mehr zu unterscheiden und auch bei Zusatz von Essigsäure werden nur die Kerne, nicht aber die Zellcontouren deutlich.

Sehr lehrreich für das Studium der eigenthümlichen Veränderungen, welche Hand in Hand mit der Streckung des Körpers an dem Mesoblast und der Darmanlage vor sich gegangen sind, ist eine Vergleichung von drei Querschnitten, welche drei verschiedenen Stadien des embryonalen Lebens angehören (Taf. VI, Fig. 11, Taf. V, Fig. 13 u. Fig. 15). Namentlich zeigen sie uns in bemerkenswerther Weise, wie allmählich im Inneren des Körpers zuerst der Darmspalt (ds), alsdann die Leibesspalten (c) schwinden und wie mit der Verkleinerung der Zellen durch Theilung ihre Unterscheidbarkeit immer mehr aufhört.

Die Modificationen des Querschnittsbildes, von welchen ich oben sprach, betreffen den Anfang und die Mitte des Körpers. Unmittelbar hinter dem Kopf ist der Ektoblast ventral und lateral etwas verdickt und liefert das Bildungsmaterial, aus welchem sich später das Bauchganglion differenzirt. In der Mitte des Körpers sind auf dem optischen Durchschnitt (Taf. V, Fig. 15 $ug^1$) die Anlagen der Eierstöcke oder der Hoden bei verschieden tiefer Einstellung des Mikroskopes zu sehen; mitten im Mesoblast gelegen, sind sie an den grossen Kernen mit zahlreichen Nucleoli leicht kenntlich.

Auf dem vorliegenden Stadium ist der Kopf des Embryo vom Rumpf schon deutlich abgesetzt. Der in ihm verlaufende Anfangstheil des Darms ist wie von Anfang an so auch später mit einem gut sichtbaren Hohlraum versehen und wird von einer einfachen Lage cylindrischer Zellen ausgekleidet. Er ist daher viel breiter als die solide und von links nach rechts stark abgeplattete Darmanlage des übrigen Körpers. In den Kopf senden ferner die beiden Mesoblaststreifen des Rumpfes zwei Fortsätze, die sich nach vorn verschmälern und dabei auseinander weichen, um den breiten Kopfdarm zu umfassen. Sie sind gleichfalls solid und bestehen aus zwei Zellenlagen. Ich habe daher die Angabe von Bütschli nicht bestätigen können, dass schon zu der Zeit, wo sich der Embryo eben zu strecken beginnt, der Mesoblast des Kopfes von demjenigen des Rumpfes abgeschnürt sei und eine linke und rechte Blase mit weitem Binnenraum bilde, dass ferner aus ihrer hinteren Wand und der angrenzenden Wand vom Mesoblast des Rumpfes die vordere Querscheidewand zwischen Kopf- und Rumpfhöhle hervorgehe. Ich bezweifle nicht, dass ein derartiger Process während der Entwickelung Platz greifen muss, habe ihn aber selbst nicht beobachten können, weil schon frühzeitig die Wandungen des Mesoblasts aufeinander gepresst werden. Bütschli scheint eine andere Sagittenart als ich zur Untersuchung benutzt zu haben. Ich möchte dies auch daraus schliessen, dass er die beiden Hälften der Leibeshöhle in seiner Figur 7 noch mit einem weiten Spalt versehen darstellt, während sie bei der von mir untersuchten Art ihr Lumen schon verloren hatten.

Wenn der Embryo in seiner Entwicklung so weit gediehen ist, rückt der Zeitpunkt heran, wo er aus den Eihüllen ausschlüpft. Er beginnt jetzt, mehrere Tage nach der Ablage des Eies schwache Bewegungen in der Eihaut auszuführen, was andeutet, dass Muskelfasern ausgeschieden worden sind, und so sprengt er allmählich seine Hülle und bewegt sich nun im Wasser schwimmend fort als ein dünnes ganz durchsichtiges Würmchen, welches man indessen bei einiger Aufmerksamkeit auch mit unbewaffnetem Auge in kleinen Gefässen als einen glänzenden Streifen erkennen und mit einer Glasröhre aus dem Wasser herausfischen kann. Von der Spadella cephaloptera habe ich ebenfalls Larven gezüchtet. Dieselben sind kleiner als von der Sagitta bipunctata, aber etwas gedrungener und nicht so durchsichtig, weil ihre Zellen mit dem gelblichen Dottermaterial, welches auch die Eier dunkel erscheinen lässt, versehen sind. Zur Untersuchung empfehlen sie sich daher

auch weniger als die andere Art. Schon bei ihrem Ausschlüpfen besitzen die Larven der Spadella cephaloptera wie die erwachsenen Thiere die Fähigkeit, sich an andere Gegenstände festzukleben, und gewöhnlich sitzen sie in grösserer Anzahl an den Objecten fest, an welchen die Eier abgelegt und mit Gallertstielen befestigt worden waren.

Es wird nunmehr noch meine Aufgabe sein, 1. den Bau einer eben ausgeschlüpften Larve zu beschreiben und 2. die Veränderungen zu verfolgen, welche die frei herumschwimmenden Thiere bis zu ihrer Geschlechtsreife erleiden.

Die kleinen aus den Eihüllen ausgeschlüpften Sagitten, deren eine in Figur 5 auf Tafel I bei 80facher Vergrösserung dargestellt ist, sind von Anfang an äusserst beweglich und im Verhältniss zur Länge sehr dünn. Das stark verjüngte Schwanzende ist von einem schmalen horizontalen Flossensaume umgeben und ebenso sind auch schon die hinteren seitlichen Flossen angelegt, während die vorderen noch fehlen und erst an älteren Larven hervortreten.

Die Flossen, die sich im letzten Stadium des Eilebens entwickelt haben, sind ohne Betheiligung des Mesoblasts einzig und allein durch eine flächenhafte Ausbreitung der Ektoblastzellen entstanden. Auch sind in ihnen schon jetzt zarte Flossenfädchen wahrzunehmen, denen hie und da eine langgestreckte Zelle, wohl ihre Bildnerin, angeschmiegt war.

Ueber die Oberfläche der beweglichen Larve ragen an vielen Stellen lange und steife Tastborsten hervor, die rechtwinklig abstehen und beim lebenden Thiere beständig in zitternder Bewegung sind. Sie finden sich am Kopf, am Rumpf und sogar auf den schmalen und dünnen Flossensäumen. In der vorderen Hälfte der Larve ist das Ektoderm ventral verdickt und hat sich in eine tiefere und eine oberflächliche Schicht gesondert, die man bei Zusatz von Reagentien und nach Carminfärbung deutlich unterscheiden kann. Die tiefere Schicht wird aus mehreren Lagen kleiner dicht zusammengedrängter Zellen gebildet, deren Kerne sich mit Farbstoff lebhaft imbibiren. Sie grenzen sich gegen die dünne oberflächliche Schicht grösserer und abgeplatteter Ektodermzellen ziemlich gut ab. In dem kleinzelligen Körper haben wir die Anlage des Bauchganglions vor uns, welches bei der Larve im Unterschied zum ausgewachsenen Thiere relativ gross ist, da es unmittelbar hinter dem Kopf beginnend fast bis zu den Geschlechtszellen heranreicht und auch nicht allein die Bauchfläche, sondern ebenso die Seitenfläche einnimmt und nur den Rücken

frei lässt. Die Anlage des Bauchganglions umhüllt daher fast das ganze Rumpfsegment. An der Oberfläche des Kopfes stellt eine Verdickung des Ektoderms die Anlage des oberen Schlundganglions dar. Beide Ganglien sind noch rein zellige Gebilde ohne eine nachweisbare Ansammlung fibrillärer Nervensubstanz.

Während das Ektoderm gegen früher auffällige Differenzirungen eingegangen ist, haben sich die inneren Theile der Larve nur wenig verändert. Sie stellen zusammen einen dünnen cylindrischen Strang dar, der nach hinten verjüngt in eine Spitze ausläuft und durch eine glatte Contour überall haarscharf vom Ektoderm getrennt wird. Der cylindrische Strang ist, wie beim Embryo, noch durch und durch solid ohne Spur einer Darm- und einer Leibeshöhle. Der Darm, welcher zwar im Kopf mit einer Höhlung beginnt, verschmälert sich bei seinem Eintritt in den Rumpf unter Verlust seines Lumen zu einem soliden Band, welches bis in die Mitte des Körpers, wo die vier Geschlechtszellen mit ihren grossen bläschenförmigen Kernen im Mesoderm eingeschlossen sind, ein und denselben Querdurchmesser aufweist, von hier an aber zu einer ganz dünnen Scheidewand wird, welche das zugespitzte Schwanzende halbirt. Bei der freigewordenen Larve hat also die Darmanlage im Vergleich zu den früheren Entwicklungsstadien, wo sie die ganze Länge des Embryo gleichmässig durchsetzte, eine Sonderung in 2 Abschnitte erfahren, in einen vorderen, bis zu den Geschlechtszellen reichenden Abschnitt, der allein zum bleibenden Darm wird, und in einen hinteren verdünnten Abschnitt, welcher in die Bildung des Schwanzseptum mit eingeht.

Ich bin hier zu einem anderen Resultat gekommen, als Kowalevsky erwartet hat, wenn er annimmt, dass das linke und rechte Darmfaserblatt nach hinten weiter wachsen und das Septum erzeugen ohne Betheiligung des Darms, welcher früher aufhöre. Nach meinen Beobachtungen enthalten die Embryonen und Larven der Sagitten — ich hebe es noch einmal hervor — auch im späteren Schwanzsegment eine Darmanlage; während aber später der Rumpfdarm ein Lumen erhält und in Function tritt, bleibt der Schwanzdarm geschlossen und bildet sich zurück, indem er mit den angrenzenden visceralen Blättern des Mesoblast zum Septum wird. Es erinnert dies an Vorkommnisse bei den Embryonen der Wirbelthiere, wo ebenfalls ein über den After hinaus sich verlängernder und in den Schwanz eindringender Abschnitt des Darms angelegt wird, um dann später vollkommen zu atrophiren. Wie und zu welcher Zeit bei den Sagitten der After als Neubildung

entsteht, ist mir bei der Kleinheit der Zellen und der ausserordentlich zarten Beschaffenheit aller Theile verborgen geblieben.

Die einzige Veränderung, welche am Mesoblast erfolgt ist, betrifft die Ausscheidung von Muskelfasern, welche an den Larven namentlich bei Essigsäurezusatz deutlich werden und vier Bänder auf der Oberfläche des cylindrischen Binnenkörpers bilden. Jedes Band setzt sich aus einer einfachen Lage quergestreifter sehr zarter Fibrillen zusammen. Kowalevsky, indem er gleiche Beobachtungen mittheilt, bemerkt, man könne bei den Sagitten „mit vollständiger Sicherheit annehmen, dass die Muskeln aus dem äusseren Theile der Zellen des unteren Blattes entstehen, da die Grenzlinie der ursprünglichen zwei Blätter während der ganzen Entwicklung scharf und deutlich ausgeprägt sei.“ Mir scheinen die Bilder nicht so beweiskräftig zu sein; wenn auch die beiden Zellenschichten von einander jeder Zeit gut abgegrenzt sind, so habe ich doch kein sicheres Criterium finden können, um zu entscheiden, ob von dem Ektoblast oder dem Mesoblast die zwischen beiden gelegenen Muskelfibrillen ausgeschieden worden sind. Viel beweiskräftiger scheint mir hier die histologische Untersuchung der ausgebildeten Muskulatur zu sein; hier weisen verschiedene Punkte, die schon im anatomischen Theile geltend gemacht worden sind, auf einen mesodermalen Ursprung hin und bestätigen so die von Kowalevsky geäusserte Vermuthung.

Um in den Bau der ausgeschlüpften Larven noch weiter einzudringen, habe ich durch dieselben Querschnitte angefertigt, nachdem ich sie 5 Minuten mit Osmiumsäure behandelt, in Beale'schen-Carmin gefärbt, mit Alcohol gehärtet und in einem Gemisch von Wachs und Oel eingeschlossen hatte. Zwei Querschnitte, welche aus einer Serie in den Figuren 16 und 17 auf Tafel V abgebildet worden sind und von welchen der eine (Fig. 16) durch den vorderen Theil des Rumpfes, der andere (Fig. 17) durch das Schwanzende der Larve hindurchgelegt worden ist, liefern uns gleichfalls eine Bestätigung der schon oben gegebenen Darstellung und ähneln den optischen Durchschnitten durch einen noch in den Eihüllen zusammengerollten Embryo. Die vier Gruppen von Körnern zwischen Ektoblast und Mesoblast sind die querdurchschnittenen Muskelfibrillen. Der Mesoblast besteht aus zwei Lagen von Zellen, von welchen eine an die Muskelbänder und eine an die Darmanlage angrenzt (Hautfaserblatt und Darmfaserblatt). In der Darmanlage sind nur zwei Kerne zu sehen, während die Zellgrenzen sich nicht markiren. Die Verdickung des Ektoderms

in Figur 16 ist die Anlage des Bauchganglions. Ein grosser Theil der Zellen ist noch mit den durchsichtigen Dotterkörnern erfüllt.

Nach dem Ausschlüpfen habe ich die Larven noch 10 Tage in meinen Gläsern am Leben erhalten und während dieses Zeitraums folgende Veränderungen an ihnen eintreten sehen. Durch vielfältige Theilungen werden die Zellen ausserordentlich klein, so dass ihre Contouren nicht wahrzunehmen sind. Indem hierbei die Larve an Länge und Breite zunimmt, werden im Innern des Körpers die Hohlräume mehr und mehr deutlich. Der Darm ist jetzt ein dünner von sehr kleinen Zellen begrenzter Schlauch; links und rechts von ihm erscheinen die Leibesspalten, mit deren Auftreten zugleich auch das vordere und hintere Querseptum zu erkennen ist. Wahrscheinlich entwickeln sich dieselben durch Faltenbildung und Verschmelzung des parietalen und visceralen Blattes des Mesoblasts. Die vier Geschlechtszellen haben sich noch immer ungetheilt erhalten und sind mit dem Auftreten der Rumpf- und Schwanzhöhle an die Seitenwand des Körpers gerückt, welcher sie breit aufsitzen, während sie nach Innen halbkuglig vorspringen und hier von dünnen endothelartig abgeplatteten Zellen bedeckt werden. Die weiblichen Geschlechtszellen sind unmittelbar vor dem Querseptum, die männlichen unmittelbar hinter demselben gelegen (Taf. V, Fig. 14).

Im Inneren des Kopfes haben sich die Hauptmuskelgruppen differenzirt, zu seinen beiden Seiten sind die Greifhaken als dünne gebogene Borsten und auf der oberen Fläche der Epidermis die Augen als zwei kleine schwarz pigmentirte Flecken wahrzunehmen.

Die Veränderungen, die noch weiterhin bis zur Geschlechtsreife eintreten, kann man leicht verfolgen, da man im pelagischen Auftrieb jederzeit neben ausgewachsenen Exemplaren von Sagitta bipunctata, serratodentata und hexaptera auch Jugendformen jeden Alters erhält. Die Veränderungen betreffen hauptsächlich zwei Organe, 1) das Bauchganglion und 2) die Geschlechtsorgane.

Das Bauchganglion bleibt von jetzt ab in seinem Wachsthum hinter andern Theilen sehr zurück. Während es beim Abschluss der embryonalen Periode fast die halbe Länge der Larve erreichte, ist es bei mittelgrossen Thieren schon bedeutend kleiner als das stark gewachsene Rumpfsegment, welches sich nach vorn und hinten weiter ausdehnt, und ebenso bedeckt es auch die Seitenfläche des Rumpfes nur etwa zur Hälfte, wie Figur 9 auf Tafel II zeigt. Bei erwachsenen Thieren endlich ist es ganz auf die Bauchfläche

beschränkt, wo es einen kleinen Knoten in der Epidermis hervorruft. Die histologische Differenzirung des Ganglions erfolgt in der Weise, dass fibrilläre Nervensubstanz von den ursprünglich gleichartigen kleinen Zellen der Anlage in einem ventral und auf der Muskulatur gelegenen Streifen ausgeschieden wird, welcher sich allmählich verdickt und die Ganglienzellen vollkommen in zwei laterale Massen trennt.

Was endlich noch die Weiterentwicklung der vier Geschlechtszellen betrifft, so entstehen aus ihnen durch fortgesetzte Theilungen vielzellige, stetig sich vergrössernde Anlagen; dieselben erscheinen an gefärbten Objecten als schmale, stärker imbibirte, relativ grosskernige Zellenstreifen, welche unmittelbar vor und hinter dem Querseptum die Seitenwand des Körpers einnehmen und auch auf die vordere und hintere Fläche des Septum eine Strecke weit umbiegen. Aehnliche Beobachtungen haben schon früher Leuckart und Pagenstecher in ihren gemeinsamen Untersuchungen der Sagitta germanica mitgetheilt. Anfangs in ihrer Entwicklung ganz gleichartig schlagen später die weiblichen und männlichen Geschlechtsdrüsen eine divergente Entwicklungsrichtung ein.

Die Hodenanlagen zerfallen in Gruppen zusammengehöriger Zellen. Indem die ovalen Kerne derselben nach einem gemeinsamen Mittelpunkt gerichtet sind, bedingen sie bei Betrachtung des Keimepithels von der Fläche sternförmige Figuren, von welchen Figur 19 auf Tafel IV eine Vorstellung gibt. Nach der Schwanzhöhle zu werden die Keimzellen, wie Durchschnitte durch ein etwas älteres Stadium lehren (Taf. II, Fig. 4 u. 13 ho), noch von dünnen abgeplatteten Endothelzellen überzogen. Von dem so beschaffenen Keimlager lösen sich von Zeit zu Zeit Zellhaufen ab und fallen in die Schwanzhöhle, wo sie durch den Flimmerüberzug der Wandungen in einer regelmässigen circulirenden Bewegung erhalten und allmählich in einer nicht näher von mir verfolgten Weise in Bündel von Spermatozoen umgebildet werden. Auch beim geschlechtsreifen Thier bleibt übrigens das Keimlager des Hodens bestehen und liefert fort und fort neuen Ersatz für die verbrauchten Samenfäden.

Erheblichere Umwandlungen erfahren die weiblichen Geschlechtsanlagen. Aus den flachen Zellenstreifen werden durch Vermehrung und Wachsthum der Zellen solide Cylinder, welche mit einer Seite dem Seitenfeld des Rumpfes aufsitzen, im Uebrigen in die Leibeshöhle frei hineinragen (Taf. II, Fig. 16). An der

Anheftungsstelle besitzt der Cylinder kleine Zellen, das Keimlager, dann folgen grössere Zellen mit Keimbläschen, die jungen Eier; die Oberfläche wird von endothelartig abgeplatteten Zellen überzogen. Später löst sich der Cylinder von der Körperwandung mehr und mehr ab und bleibt nur noch durch ein dünnes kurzes Mesenterium, in welchem auch der Oviduct verläuft, mit ihr verbunden. Die Anlage der Oviducte habe ich nicht verfolgen können, vermuthe aber, dass sie sich durch Einstülpung aus dem Ektoderm entwickeln und allmählich mit dem Ovarium in die Länge auswachsen.

# Allgemeiner Theil.

## Ueber die Stellung der Chaetognathen zur Blättertheorie.

Bei der Erörterung allgemeinerer Fragen, welche mit der Blättertheorie zusammenhängen, erweisen sich uns die Chaetognathen als sehr lehrreiche Organismen und bieten uns zugleich verschiedene Vortheile dar. Denn einmal enthält ihre Morphologie nur wenig unaufgeklärte Punkte, so dass wir die Chaetognathen schon seit den Arbeiten von Krohn und Kowalevsky mit zu den bestgekannten Organismen rechnen können; ihre Anatomie und Histologie stösst auf keine grösseren technischen Schwierigkeiten, in ihrer Entwickelung spielen sich alle Vorgänge mit einer Klarheit ab, welche bei der Deutung fundamental wichtiger Erscheinungen keinen Zweifel aufkommen lässt. Zweitens erhalten sich bei den Chaetognathen die Blätter, aus welchen sich der embryonale Körper aufbaut, in völliger Selbständigkeit auch beim erwachsenen Thier und verändern nur ihren histologischen Charakter, indem die bei den Embryonen gleichartigen Zellen sich später in die verschiedensten Gewebe zur Ausübung zahlreicher Functionen sondern. Fast für jedes Organ und Gewebe können wir bei den Chaetognathen mit einer Sicherheit, wie bei keinem anderen höheren Organismus angeben, aus welchem Keimblatt es sich entwickelt hat. Es kommt eben bei ihnen zu keiner gegenseitigen Durchwachsung der Keimblätter, zu keiner Abspaltung von Zellgruppen, welche bei anderen Thieren so häufig die Frage nach der Abstammung der Organe und Gewebe ausserordentlich erschwert. Drittens ist es für die hier zu lösende Aufgabe von nicht geringer Bedeutung, dass die Chaetognathen in ihrer Organisation sowohl nach abwärts an die Coelenteraten, als auch nach aufwärts an die höheren Thiere, speciell an einzelne Abtheilungen der Würmer Anknüpfungspunkte darbieten. In Folge dessen stehen die bei ihnen beobachteten Thatsachen nicht isolirt da, sondern erhalten in ihrem Zusammenhang mit ähnlichen auch anderswo wiederkehrenden Erscheinungen eine allgemeinere Bedeutung.

Nach diesen Vorbemerkungen glaube ich die Stellung, welche die Chaetognathen zur Blättertheorie einnehmen, am besten klar legen zu können, wenn ich einzelne wichtige Verhältnisse aus ihrem Bau und ihrer Entwicklung herausgreife, mit ähnlichen Verhältnissen niederer und höherer Thiere zu verknüpfen suche und aus dem Vergleich das Endergebniss ziehe.

### 1. Die Chaetognathen und die Coelenteraten.

Von den einzelnen Abtheilungen der Coelenteraten zeigen die Actinien in der Entwicklung und Abstammung ihrer Organe und Gewebe auffällige Beziehungen zu den Chaetognathen und möchte ich hier namentlich auf folgende zwei Punkte die Aufmerksamkeit lenken: 1. auf die Divertikelbildungen des Urdarms und 2. auf die Bedeutung derselben in functioneller und histologischer Beziehung.

Was den ersten Punkt betrifft, so wähle ich zum Vergleich das frühe Entwicklungsstadium, wo bei den Sagitten der Urdarm, welcher nach der Gastraeatheorie eine allen Metazoen gemeinsame Einrichtung darstellt, durch zwei Falten an seinem Grunde in drei Räume abgetheilt oder mit andern Worten mit zwei seitlichen Divertikeln versehen ist. Es erinnert dies im Allgemeinen an die Divertikelbildungen, welche der Urdarm bei den Coelenteraten in der verschiedensten Weise eingeht, besonders aber an die Verhältnisse der Actinien, wo der Binnenraum des Körpers durch Scheidewände zum Theil in zahlreiche Nebenfächer abgetheilt ist. Ein Septum der Actinien und eine Entoblastfalte der Sagitten sind vergleichbare Bildungen, da sich beide nach demselben Princip in den Urdarm hinein entwickeln und eine Vergrösserung seiner Oberfläche bewirken. Verschieden ist nur die Anordnung der Septen und der Grad, bis zu welchem die Faltenbildung fortschreitet. Bei den Actinien werden äusserst zahlreiche Septen entwickelt, welche in radiärer Richtung um die Axe des Urdarms gruppirt sind, bei den Chaetognathen dagegen sind nur ihrer zwei vorhanden und diese nehmen eine bilateral symmetrische Stellung ein. Dort ragen die Septen dauernd mit freien Rändern in den Urdarm hinein, hier schreitet die Faltenbildung so lange weiter fort, bis schliesslich die zwei seitlichen Divertikel ihren Zusammenhang mit dem ursprünglichen Centralraum ganz aufgegeben und sich zu zwei geschlossenen Säcken abgeschnürt haben. Der Urdarm, der bei den Coelenteraten als solcher, wenn auch mannichfach gegliedert, überall fortbestehen bleibt, hat bei den Chaetognathen zu

existiren aufgehört und ist in 3 Räume zerfallen, welche wir nun als bleibenden oder secundären Darm und als die beiden Leibeshöhlen unterscheiden; Zustände, die dort schon angebahnt worden sind, sehen wir hier gewissermaassen nur zu einem weiteren Abschluss geführt. Hiermit tritt der sonst unverständlich erscheinende Bildungsmodus der Leibeshöhle und des secundären Darms bei den Chaetognathen unserem Verständniss näher, weil er sich an ursprünglichere und einfachere Einrichtungen anreihen und von ihnen ableiten lässt.

Der hier versuchte Vergleich gewinnt eine noch grössere Tragweite, wenn wir zur Erörterung des zweiten Punktes übergehen und vergleichen, welche Bedeutung die Urdarmdivertikel in functioneller und histologischer Beziehung bei den Actinien und Chaetognathen besitzen. Die Uebereinstimmungen sind wieder in hohem Grade bemerkenswerth; in dem einen wie in dem andern Falle nämlich entwickeln sich aus dem Blatte, welches die Wandungen der Divertikel bildet, 1. die Geschlechtsorgane und 2. die Körpermuskulatur.

Die Actinien gehören zu der grossen Abtheilung der Coelenteraten, welche mein Bruder und ich wegen des entodermalen Ursprungs ihrer Geschlechtsorgane als Entocarpe von allen übrigen Coelenteraten oder den Ektocarpen getrennt haben. Bei den Entocarpen entwickeln sich Ovarien und Hoden aus dem Entoderm, sie ragen in die Nebenräume des Urdarms hinein, wo sie direct von der ernährenden Flüssigkeit umspült sind, und werden bei der Reife in dieselben entleert, während sie bei den Ektocarpen in das umgebende Wasser direct gerathen. Die Urdarmdivertikel haben also bei den Actinien, wie überhaupt bei den entocarpen Coelenteraten in erster Linie nicht der Nahrungsaufnahme zu dienen, sondern sie haben eine besondere Nebenfunction zu erfüllen, indem sie die Entwicklung und Bergung der Geschlechtsorgane übernommen haben.

Ganz analoge Verhältnisse haben wir bei den Chaetognathen beobachtet. Bei diesen sind die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse so klar, dass an der Abstammung der Geschlechtsproducte aus dem Entoblast nicht gezweifelt werden kann. Ovarium und Hoden einer jeden Seite lassen sich auf eine einzige entoblastische Urgeschlechtszelle am Grunde des Urdarms zurückverfolgen, womit auch hier schlagend bewiesen ist, dass eine sexuelle Differenzirung der beiden Keimblätter in ein männliches und weibliches Keimblatt sicher nicht vorhanden ist.

Wie bei den Actinien kommen auch bei den Chaetognathen die Geschlechtsorgane später in die Seitendivertikel des Urdarms und endlich in die zwei Leibeshöhlen zu liegen, welche so gleichfalls die Function von Genitalbehältern übernehmen. Besonders macht sich dieses am Schwanzsegment geltend, welches beim erwachsenen Thiere gewöhnlich vollständig von Hodenmasse erfüllt wird.

Einen weiteren Vergleichspunkt gibt die Muskulatur ab. Wie bei den Actinien der wichtigste Theil derselben, welcher die überaus kräftigen Contractionen des Körpers bedingt, aus entodermalen Epithelmuskelzellen besteht, so stammt auch bei den Chaetognathen die gesammte Muskulatur durch Vermittelung des Mesoblasts aus dem Epithel des Urdarms. Die gleichartige Entstehung prägt sich dann auch in der histologischen Anordnung und dem feineren Bau aus. Von einer Epithelschicht werden Muskelfasern ausgeschieden. Indem die so entstandene Faserlamelle sich mächtiger entwickelt, faltet sie sich ein und erzeugt Muskelblätter, die parallel zu einander und senkrecht zur Körperoberfläche gestellt und in deren schmalen Interstitien Muskelkörperchen eingeschlossen sind.

Ob die gleiche Abstammung der Muskulatur auch zu einer ähnlichen, davon abhängigen Anordnung des Nervensystems bei den Chaetognathen und Actinien geführt hat, habe ich, wie schon früher bemerkt, nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit entscheiden können. Bei den Actinien gelang es, einen Nervenplexus an der Körperoberfläche, der besonders nur mit Sinneszellen in Verbindung steht, und noch einen zweiten Plexus nachzuweisen, der sich zwischen den entodermalen Epithelmuskelzellen ausbreitet und seiner Lage nach naturgemäss nur aus Entodermzellen abgeleitet werden kann. Auch für die Chaetognathen glaube ich aus schon früher erörterten Gründen annehmen zu dürfen, dass ihr Nervensystem in einen ektodermalen, aus dem Ektoblast entstehenden sensiblen Abschnitt und in einen mesodermalen, auf den Entoblast zurückführbaren motorischen Abschnitt zerfällt.

Wenn wir jetzt die verglichenen Punkte noch einmal kurz zusammenfassen, so geht bei den Actinien und Chaetognathen das innere Keimblatt in sehr übereinstimmender Weise eine Reihe analoger Veränderungen ein; bei beiden entstehen durch Faltenbildung Divertikel des Urdarms, bei beiden liefern die Wandungen der Divertikel die Körpermuskulatur und die Geschlechtsorgane. Der Darm und die Leibeshöhle der Chaetognathen zusammen ent-

sprechen dem Hohlraumsystem im Körper der Actinien, welches Leuckart als ein Coelenteron nicht mit Unrecht bezeichnet hat.

Aus allen diesen Analogieen beabsichtige ich indessen, was kaum besonders bemerkt zu werden braucht, in keiner Weise eine nähere Verwandtschaft der verglichenen Thierabtheilungen wahrscheinlich zu machen. Denn es gibt in der Entwicklung des Organismus gewisse Grundgesetze, nach welchen die Anlage der Gewebe und Organe erfolgt, aus deren Nachweis bei verschiedenen Thieren aber nicht auf eine nähere Verwandtschaft geschlossen werden muss, ebenso wenig wie man aus der Gleichheit eines Zelltheilungsprozesses solches thun wird. In den vorliegenden Studien zur Blättertheorie ist es aber unsere Aufgabe, die Gesetze der Organ- und Gewebebildung durch Vergleichung aufklären zu helfen.

### 2. Die Chaetognathen und die Würmer.

Mit den verschiedenen Abtheilungen der Würmer verglichen zeigen die Chaetognathen in ihrer Form und ihrem anatomischen Bau noch am meisten eine Uebereinstimmung mit den Nematoden und Anneliden, wie dies ja auch von zahlreichen Forschern schon bemerkt worden ist. Um nur die wichtigsten Beziehungen hervorzuheben, so ist bei manchen Nematoden (Gordiaceen) der Darmkanal durch ein dorsales und ventrales Mesenterium an den Hautmuskelschlauch befestigt. Dieser enthält gleichfalls meistens 4 Längsmuskelbänder. An denselben liegen die Muskelkörperchen auf der inneren Seite und begrenzen die Leibeshöhle. Ferner sind hie und da die Muskeln in ähnlicher Weise wie bei Sagitta Platten, die senkrecht zur Körperoberfläche gestellt sind und aus parallel angeordneten Fibrillen bestehen.

Noch auffälliger scheinen mir die Beziehungen zu den Anneliden zu sein. Dieselben treten sehr deutlich hervor, wenn man den Querschnitt durch eine Sagitta mit dem Querschnitt durch eine schon ältere Larve des sehr einfach organisirten Polygordius vergleicht, wobei ich auf die von Hatschek[1]) gelieferten Abbildungen (Taf. VIII Fig. 88 u. 89) verweise. Hier wie dort ist der Darm von einem Darmfaserblatt umhüllt und dorsal und ventral an die Leibeswand durch Mesenterien befestigt, durch welche das Coelom vollständig in eine linke und rechte Hälfte geschieden wird. In beiden Fällen sind 4 Längsmuskelbänder vorhanden,

[1]) B. Hatschek, Studien über Entwickelungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zoolog. Instituts zu Wien. Bd. I. Heft 3.

welche ihre Bildungszellen auf der Coelomseite tragen. Mit Spadella cephaloptera zeigt sich sogar darin eine Uebereinstimmung, dass sich ausserdem noch auf der Innenseite der ventralen Muskelbänder quere Muskelfasern entwickelt haben. Auch im feineren Bau der Muskulatur bieten sich Vergleichspunkte dar. Bei vielen Arten von Anneliden sind sogenannte gefiederte Muskeln beschrieben worden, welche vollkommen den Muskelplatten der Chaetognathen entsprechen. Ferner lassen sich die 2 Quersepten der Chaetognathen, wie zuerst Bütschli (1) gethan hat, den zahlreichen Quersepten vergleichen, auf welchen die Segmentirung des Annelidenkörpers beruht. Endlich ist hervorzuheben, dass die Geschlechtsproducte hier wie dort aus Zellen des parietalen Blattes des Mesoderms entstehen.

Es wäre nun zu entscheiden, ob die hervorgehobenen Uebereinstimmungen im Bau der Chaetognathen und einzelner Abtheilungen der Würmer auf einer Analogie oder auf einer Homologie beruhen. Nur in letzterem Falle wäre eine nähere Verwandtschaft der Chaetognathen, sei es zu den Nematoden, sei es zu den Anneliden anzunehmen. Der Entscheid kann hier allein von der Entwicklungsgeschichte gegeben werden und er hängt davon ab, wie wir uns bei den zum Vergleich herangezogenen Abtheilungen der Würmer das mittlere Keimblatt und die Leibeshöhle entstanden zu denken haben. Die zu beantwortende Frage lautet kurz: Hat sich das mittlere Keimblatt durch Faltenbildung oder durch Absonderung von Zellen angelegt; ist die Leibeshöhle durch Sonderung aus dem Urdarm oder durch Spaltenbildung entwickelt worden, ist sie, um die von Huxley eingeführte Terminologie zu gebrauchen, ein Enterocoel oder ein Schizocoel? Es sind dies Fragen, welche nicht allein bei der Prüfung der systematischen Stellung der Chaetognathen, sondern überhaupt bei der Prüfung der systematischen Stellung der verschiedenen Thierstämme und Abtheilungen und bei der Prüfung der Grundlagen ihres morphologischen Aufbaues mehr in den Vordergrund der Discussion gestellt werden müssen. Ehe hierüber nicht volle Klarheit verbreitet ist, entbehren die Speculationen über die Stellung der Chaetognathen zu den Würmern des Haltes.

## Literaturverzeichniss.


1. Bütschli, O., Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 23. p. 409—413. 1873.

2. Derselbe, Zur Entwicklungsgeschichte des Cucullanus elegans. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 26. p. 108—110.

3. Derselbe, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 26. p. 393 u. 394 Anmerk. 1876.

4. Burmeister, H., Zoonomische Briefe. Theil 2. 1856. p. 124.

5. Busch, W., Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. p. 93—100. Berlin 1851.

6. Busk, G., An account of the structure and relations of Sagitta bipunctata. Quart. journ. of microsc. Science Vol. 4. p. 14—27. 1856.

7. Claparède, Ed., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. p. 9 u. 10. Leipzig 1863.

8. Claus, C., Grundzüge der Zoologie. 4te Auflage. 1879.

9. Darwin, Ch., Observations on the structure and propagation of the genus Sagitta. The annals and magazine of natural history. Vol. XIII. p. 1—6. London 1844. Frorieps Neue Notizen. 1844. Nr. 639. p. 3. u. Annales des sciences natur. Ser. III T. I. 1844.

10. Eydoux u. Souleyet, Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 u. 1873 sur la corvette Bonite. Zoologie. T. II p. 645—657. Atlas. Vers. Pl. I. Paris 1852.

11. Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. T. XXVI. Genève 1879. Separatausgabe p. 35—38. p. 109—112. p. 193—197.

12. Forbes, E., L'Institut. Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger. I section. T. XI. 1843. p. 358 und Annals of natur. Hist. 1843.

13. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 1859 u. Zweite Aufl. 1870.

14. Gegenbaur, C., Ueber die Entwicklung von Doliolum, der Scheibenquallen und von Sagitta. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. V p. 13—16. 1854.

15. Gegenbaur, C., Ueber die Entwickelung der Sagitta. Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle. Halle 1856. Als Separatabdruck erschienen mit der Jahreszahl 1857. In das Englische übersetzt in Quarterly Journal of microscop. science. VII. p. 47.

16. Giard, A. et J. Barrois, Note sur un chaetosoma et une Sagitta, suivie de quelques réflexions sur la convergence des types par la vie pélagique. Revue des sciences naturelles. Tome III. 1875.

17. Harting, P., Leerboek van de Grondbeginseln der dierkunde. Wormen. p. 616—621.

18. Hertwig, Oscar, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Dritter Theil. Morph. Jahrbuch. Bd. IV. p. 188—190. Leipzig 1878.

19. Hertwig, Oscar, Ueber die Entwickelungsgeschichte der Sagitten. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin u. Naturwissenschaft. Jahrg. 1880. Sitzung vom 23. Januar.

20. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere. Deutsche Ausgabe von Spengel. 1878. p. 559—563 u. 599.

21. Huxley, Report of the twenty — first meeting of the british Association, held at Ipswich 1851. Notices and abstracts of miscellaneous communications to the sections. p. 77—78. London 1852.

22. Derselbe, L'Institut 1851. p. 375.

23. Keferstein, Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XII, p. 129.

24. Kent, S., On a new species of Sagitta from the south pacific (S. tricuspidata). The annals and magazine of natural history. 4te Serie. Vol. V. 1870. p. 268—272.

25. Kowalevsky, Phoronis. Doctor-Dissertation. 1867. (russisch).

26. Kowalevsky, A., Entwickelungsgeschichte der Sagitta. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg VIIe série. Tome XVI. No. 12. p. 7—12. Pétersbourg. 1871.

27. Krohn, August, Anatomisch physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata. Hamburg. 1844. Uebersetzt in Annales des sciences natur. 1845.

28. Derselbe, Ueber einige niedere Thiere. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. Berlin 1853. p. 140—141.

29. Derselbe, Nachträgliche Bemerkungen über den Bau der Gattung Sagitta, nebst der Beschreibung einiger neuen Arten. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 19. Bd. I. p. 266—277. Berlin 1853.

30. Langerhans, Das Nervensystem der Chaetognathen. Monatsbericht der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin 14. März 1878. p. 189—193.

31. Leuckart, R., Zoologische Untersuchungen. Heft III. p. 3. Giessen 1854.

32. Derselbe, Archiv f. Naturgeschichte. 1854, 1856, 1857, 1859, 1860. Bd. II. Jahresbericht.

33. Derselbe, Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. p. 76.

34. Leuckart u. Pagenstecher, Untersuchungen über niedere Seethiere. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. Berlin 1858. p. 593—600.

35. Lewes, Naturstudien. 1859. p. 243. Tafel V Fig. 1.

36. Leydig, Franz, Vom Bau des thierischen Körpers. p. 131 u. 134. Tübingen 1864.

37. Meissner, G., Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. I. 1857. Bericht über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie im Jahre 1856. p. 637—640.

37[a]). Milne Edwards, Annales des sciences nat. 3e série. T. III. p. 114. 1845.

38. Möbius K., Vermes. Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872. Separatabdruck aus dem II. Jahresbericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. Berlin 1874. p. 158—159.

39. Müller, Joh., Fortsetzung des Berichtes über einige neue Thierformen der Nordsee. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. 1847. p. 158.

40. Örsted, A. S., Beitrag zur Beantwortung der Frage, welchen Platz die Gattung Sagitta im Systeme einnehmen müsse. Froriep's Tagesberichte über die Fortschritte der Natur- u. Heilkunde. Bd. I. No. 134. 1850. p. 201—202.

40[a]) Derselbe, Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn 1849. No. 1. (citirt nach Froriep's Tagesberichte.)

41. D'Orbigny, Voyage dans l'Amérique méridionale. Tome V. 3e Partie. Mollusques. p. 140—144. Paris 1835—1843.

42. Pagenstecher, A., Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XII. p. 308—310. 1862.

43. Quoy u. Gaimard, Annal. des scienc. nat. Tome X. 1827.

43a) Dieselben, Abhandlung über die Familie der Diphyden. Isis. Bd. 21. p. 348, 349. Taf. VI. Leipzig 1828.

44. Scoresby, Account of the arctic regions. Vol. II. Plate XVI (citirt nach Krohn).

45. Siebold, v. Th., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. p. 297 etc.

46. Slabber, Martinus, Physicalische Belustigungen oder mikroskopische Wahrnehmungen in- und ausländischer Wasser- und Landthierchen, übersetzt v. Müller. Nürnberg 1775. p. 23—24.

47. Troschel, Archiv für Naturgeschichte. 1845. Bd. II. Jahresbericht.

48. Ulianin, Materialien zur Fauna des schwarzen Meeres. Verhandlungen der Moskauer Freunde der Natur. 1871. citirt nach: Archiv f. Naturgeschichte. 1871. Bd. II. Jahresbericht.

49. Wilms, Robert, Observationes de Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente. Dissertation. Berolini 1846. p. 1—18.

50. Langerhans, Die Wurmfauna von Madeira. III. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 34. pag. 132—136. 1880. (Erschien unmittelbar vor dem Druck meiner Arbeit und konnte daher nur noch theilweise im Text berücksichtigt werden.)

# Tafelerklärung.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

*a* Sehstäbchen.
*af* After.
*au* Auge.
*b* Tastborsten.
*c* Coelom. $c^1$ Kopfhöhle.
$c^2$ Rumpfhöhle.
$c^3$ Schwanzhöhle.
*d* Darm und Darmanlage.
*df* Darmfaserblatt.
*ds* Darmspalt.
*e* Eierstock.
*el* Eileiter.
*ek* Eikeimlager.
*em* Membran des Eischlauchs.
*ep* Epidermis
*f* Flosse. $f^1$ vordere Seitenflosse.
$f^2$ hintere Seitenflosse.
$f^3$ Schwanzflosse.
*fs* Flossenstrahl.
*g* Ganglion. $g^1$ Bauchganglion.
$g^2$ Oberes Schlundganglion.
$g^3$ Seitenganglion des Kopfes.
$g^4$ Buccalganglion.
*gz* Ganglienzellen. $gz^1$ grosse Ganglienzellen. $gz^*$ zur Bezeichnung besonderer Ganglienzellen.
*h* Riechhaare. $h^1$ Ansatzstellen der Riechhaare.
*ho* Hoden.
*i* Intercellularräume.
*k* Klebzellen.
*kk* Kopfkappe.
*l* Linse.
*ld* Dorsales Ligament (Mesenterium) des Darms.
*lv* Ventrales Ligament.

*le* Ligament des Eierstockes.
*m* Muskelfaser.
*md* Dorsaler Längsmuskel.
*mv* Ventraler Längsmuskel.
*mt* Transversaler Muskel.
*mk* Muskelkerne.
*mi* Muskulatur des Darms.
*n* Nervenfibrillen. *n*† *n** Zur besonderen Bezeichnung einzelner Nervenzüge.
*no* Sehnerv.
*nr* Riechnerv.
$n^1$ Commissur zwischen Bauchganglion und Schlundganglion.
$n^2$ Nerv zwischen Schlundganglion und Seitenganglion des Kopfes.
$n^3$ Darmnerv.
$n^4$ Vom Bauchganglion nach rückwärts ausstrahlende Hauptstämme.
$n^5$ Hauptnerv des Seitenganglions vom Kopfe.
*o* Bleibender Mund.
*p* Nervöse Punktsubstanz.
*pi* Pigment.
*r* Riechorgan.
*s* Stützlamelle.
*sf* Seitenfeld, Seitenlinie.
*sl* Längsseptum.
*sp* Spermatozoen.
*st* Querseptum.
*sg* Samengang.
*sb* Samenblase.
*t* Tastorgan.
$t^1$ Mächtig entwickeltes Tastorgan der Spadella draco.
*te* Tentakelartiger Fortsatz der Kopfkappe.
*u* Urmund.
*ud* Urdarmhöhle.
*ug* Urgeschlechtszellen.
$ug^1$ Urgeschlechtszellen des Eierstocks.
$ug^2$ Urgeschlechtszellen des Hodens.
*v* Greifhaken.
*w* Gallerte.
*x* Stützplatte der Epidermis. $x^1$ Stützleiste. $x^2$ Dorsale Stützplatte. $x^3$ Ventrale Stützplatte.
*y* Spaltraum in der Umgebung des Bauchganglions.

*s* Stachel.
*E* Falte des Entoblasts.
*Ek* Ektoblast.
*En* Entoblast.
*Me* Mesoblast.
*Me*¹ Viscerales
*Me*² Parietales } Blatt des Mesoblasts.
*T* Polarfurche.
*F* Furchungshöhle.

## Tafel I.

Fig. 1. Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), viermal vergrössert.

Fig. 2. Sagitta serratodentata (Krohn), viermal vergrössert.

Fig. 3. Spadella draco (Krohn), zwölfmal vergrössert, von der Rückenseite gesehen.

Fig. 4. Sagitta hexaptera (D'Orbigny), viermal vergrössert; von der Bauchseite gesehen.

Fig. 5. Aus der Eihülle ausgeschlüpfte Sagitta. 80mal vergrössert.

Fig. 6. Spadella cephaloptera (Busch). 30mal vergrössert, von der Rückenseite aus gesehen.

Fig. 7. Spadella hamata (Möbius), in natürlicher Grösse. Copie nach Möbius (38. Taf. III Fig. 13).

Fig. 8. Sagitta lyra (Krohn), in natürlicher Grösse. Copie nach Krohn (29).

Fig. 9. Sagitta tricuspidata (Kent), in natürlicher Grösse. Copie nach Kent (24. p. 270 Fig. 1).

Fig. 10. Greifhaken von Sagitta serratodentata. 80mal vergrössert.

Fig. 11. Greifhaken von Spadella hamata. 50mal vergrössert.

Fig. 12. Gezähnelter Rand des Greifhakens von Sagitta serratodentata. 300mal vergrössert.

Fig. 13. Spitze des Greifhakens von Spadella hamata. 300mal vergrössert.

Fig. 14. Samenblasen der Sagitta serratodentata. 80mal vergrössert.

Fig. 15. Kopf der Sagitta tricuspidata. Vergrössert nach Kent (24. p. 270 Fig. 2).

Fig. 16. Kopf der Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), von oben gesehen mit zusammengelegten Greifhaken. 50mal vergrössert.

Fig. 17. Kopf der Sagitta bipunctata, von unten gesehen mit aufgerichteten Greifhaken. 50mal vergrössert.

Fig. 18. Stacheln von Sagitta hexaptera (D'Orbigny). 80mal vergrössert.

Fig. 19. Stacheln von Sagitta hexaptera (D'Orbigny). 300mal vergrössert.

Tafel I.

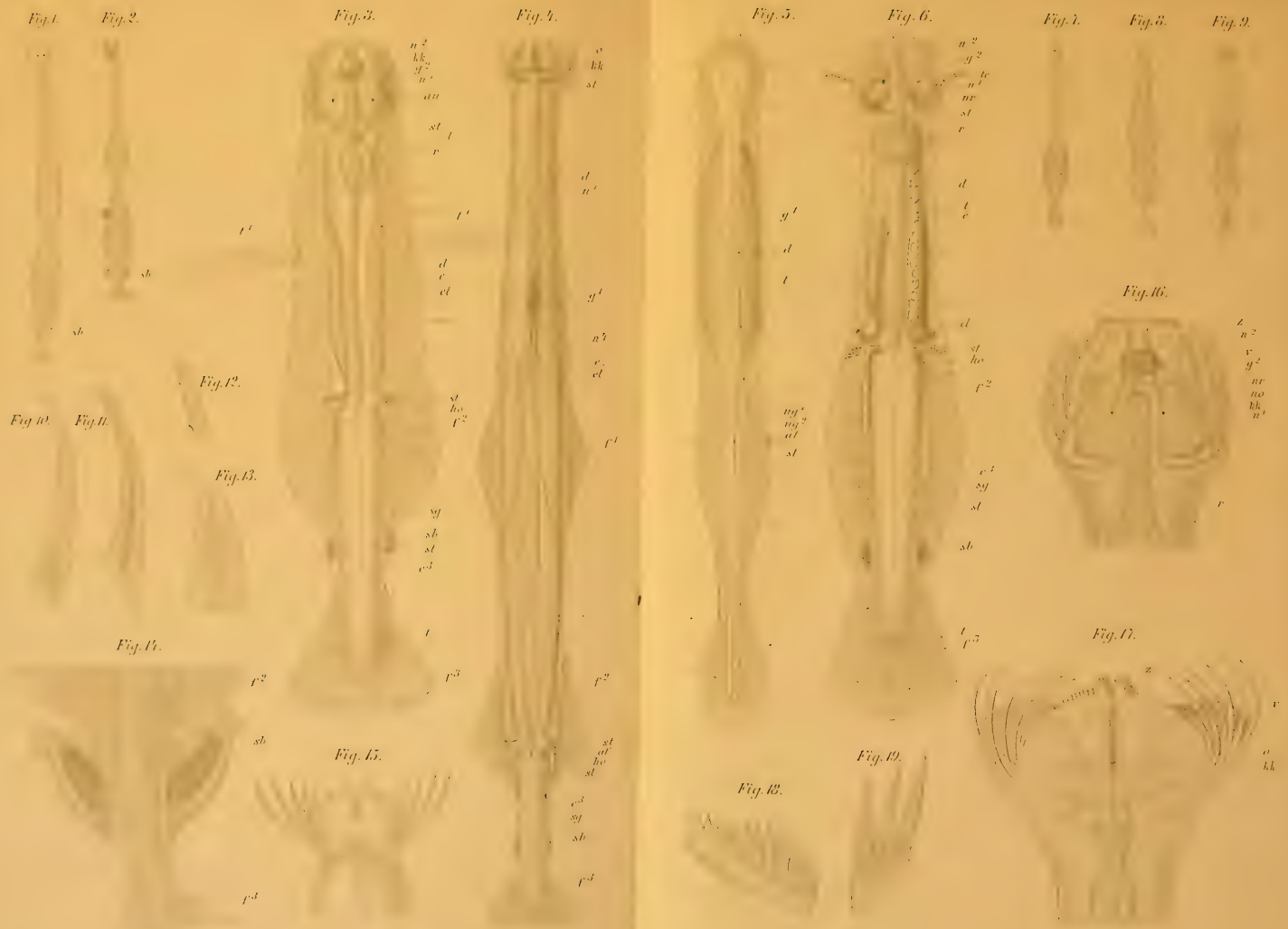


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.

## Tafel II.

Fig. 1. Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata (Quoy u. Gaimard), durch den vorderen Theil des oberen Schlundganglions hindurchgelegt. 160mal vergrössert.

Fig. 2. Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata, durch die Augen hindurchgelegt. 80mal vergrössert.

Fig. 3. Weiter nach rückwärts folgender Querschnitt durch den Kopf der Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 4. Querschnitt durch das Schwanzsegment einer 0,8 Cm. langen Sagitta bipunctata. 160mal vergrössert.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch den vorderen Theil des Kopfes von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 6. Querschnitt durch den Rumpf der Spadella cephaloptera durch das Bauchganglion hindurchgelegt. 250mal vergrössert.

Fig. 7. Horizontalschnitt durch den Kopf von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 8. Querschnitt durch das hintere Ende des Rumpfsegments einer 0,8 Cm. langen Sagitta bipunctata. 160mal vergrössert.

Fig. 9. Querschnitt durch den Rumpf einer 0,35 Cm. langen Sagitta serrato-dentata, durch das Bauchganglion hindurchgelegt. 300mal vergrössert.

Fig. 10. Querschnitt durch das Bauchganglion der Sagitta serratodentata. 250mal vergrössert.

Fig. 11. Querschnitt durch das Bauchganglion der Sagitta hexaptera. 250mal vergrössert.

Fig. 12. Querschnitt durch die Bauchhaut der Spadella cephaloptera. 500mal vergrössert.

Fig. 13. Ein Theil der Fig. 4 stärker vergrössert. 500mal vergrössert.

Fig. 14. Bauchhaut der Spadella cephaloptera von der Fläche betrachtet. 500mal vergrössert.

Fig. 15. Epidermis der ventralen Flossenfläche von Sagitta cephaloptera. 500mal vergrössert.

Fig. 16. Ein Theil der Fig. 8 bei 500maliger Vergrösserung.

Fig. 1.

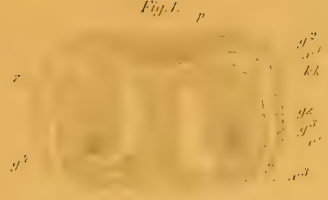



Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

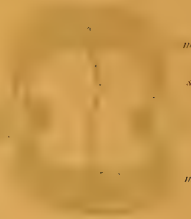



Fig. 5.

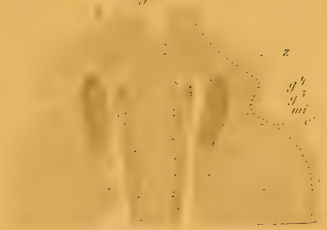



Fig. 6.

Fig. 7.

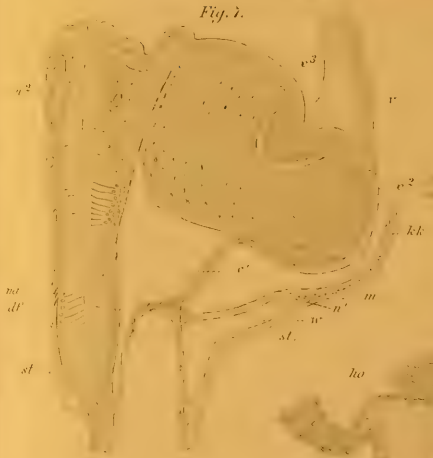



Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

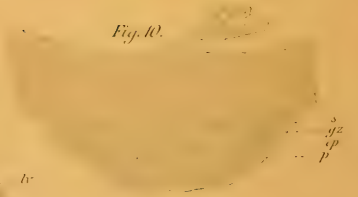



Fig. 11.

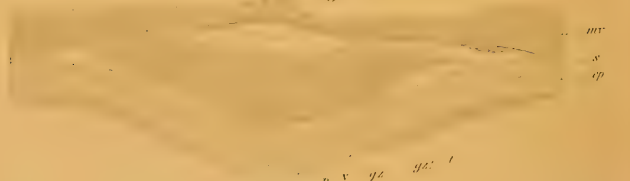



Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

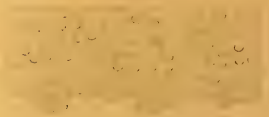



Fig. 15.

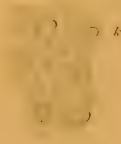
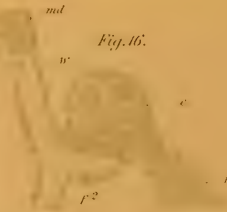



Fig. 16.




O. Hertwig del.

Gust. Fischer.

## Tafel III.

Fig. 1. Flächenpräparat des aus dem Bauchganglion entspringenden hinteren Nervenstammes von der Stelle genommen, wo der Nerv sich plexusartig auszubreiten beginnt. Sagitta hexaptera. 160mal vergrössert.

Fig. 2. Die Ganglien und Nervenstämme des Kopfes von Sagitta durch Präparation isolirt. 50mal vergrössert.

Fig. 3. Das Ganglion $g^3$ der Fig. 2 stärker vergrössert. 100mal vergrössert.

Fig. 4. Flächenpräparat des in der Epidermis gelegenen Nervenplexus einer Sagitta hexaptera aus der Rückengegend und zwischen zwei Tastorganen. 160mal vergrössert.

Fig. 5. Oberes Schlundganglion der Sagitta hexaptera. 100mal vergrössert.

Fig. 6. Plexusartig verzweigter Nervenfaserzug aus der Seitenlinie von Sagitta hexaptera. 160mal vergrössert.

Fig. 7. Ganglienzelle in der Epidermis von Sagitta hexaptera aus der Nähe eines Tastorgans. 400mal vergrössert.

Fig. 8. 2 Nervenstämmchen mit Ganglienzellen aus der Epidermis von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 9. Bauchganglion mit den ausstrahlenden Nerven von Sagitta hexaptera. Schwach vergrössert.

Fig. 10. Ganglienzellenschicht des Bauchganglions von Sagitta hexaptera stärker vergrössert. 250mal vergrössert.

Fig. 11 u. 12. Nervenendplexus mit Ganglienzellen aus der Haut von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 1

Fig. 2.

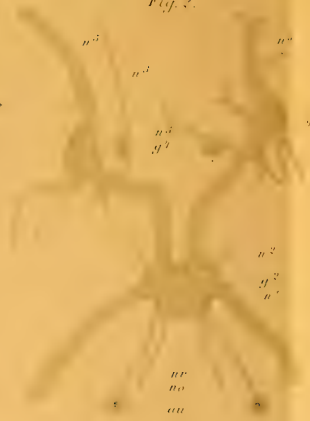



Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 11.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 12.

## Tafel IV.

Fig. 1. Querschnitt durch die Epidermis mit einem Tastorgan von Spadella cephaloptera. 400mal vergrössert.

Fig. 2. Tastorgan von Sagitta bipunctata nach dem lebenden Thier gezeichnet. 440mal vergrössert. Man sieht die in einer Querreihe stehenden Tastborsten über einander liegen.

Fig. 3. Epithelstreifen des Geruchsorgans mit den Riechhaaren von Sagitta bipunctata nach dem lebenden Thier gezeichnet. 590mal vergrössert.

Fig. 4. Epithelstreifen des Geruchsorgans von Sagitta bipunctata, von der Fläche gesehen, nach Reagentienbehandlung. 400mal vergrössert.

Fig. 5. Tastorgan von Sagitta bipunctata, nach dem lebenden Thier gezeichnet. 400mal vergrössert. Man sieht die in einer Querreihe stehenden Tastborsten neben einander liegen.

Fig. 6 u. 7. Querschnitt durch das Auge von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 8. Das Auge von Sagitta hexaptera mit dem Sehnerven von der Fläche gesehen. 400mal vergrössert.

Fig. 9. Theile des Auges von Sagitta hexaptera. *a* Stäbchen auf dem optischen Querschnitt und der Länge nach gesehen. *l* Linse isolirt.

Fig. 10. Epidermis am vorderen Theil des Rumpfes von Spadella draco auf dem optischen Durchschnitt gesehen nach Zusatz von verdünnter Osmiumsäure. 440mal vergrössert.

Fig. 11. Querschnitt durch das Sinnesepithel des Geruchsorgans von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 12. Geruchsnerv mit einem Stück des Sinnesepithels von Sagitta hexaptera. 180mal vergrössert.

Fig. 13. Querschnitt durch das Ovarium einer 1,4 Cm. langen Sagitta bipunctata. 250mal vergrössert.

Fig. 14. Isolirte Muskelplatte mit daran haftenden Epithelzellen von Sagitta hexaptera. 440mal vergrössert.

Fig. 15. Dorsales Mesenterium des Darms von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 16. Darmwand von Sagitta hexaptera von der inneren Fläche gesehen. 400mal vergrössert.

Fig. 17. Samenblase mit Samenausführgang von Sagitta bipunctata. 80mal vergrössert.

Fig. 18. Spermatozoon von Spadella cephaloptera. 440mal vergrössert.

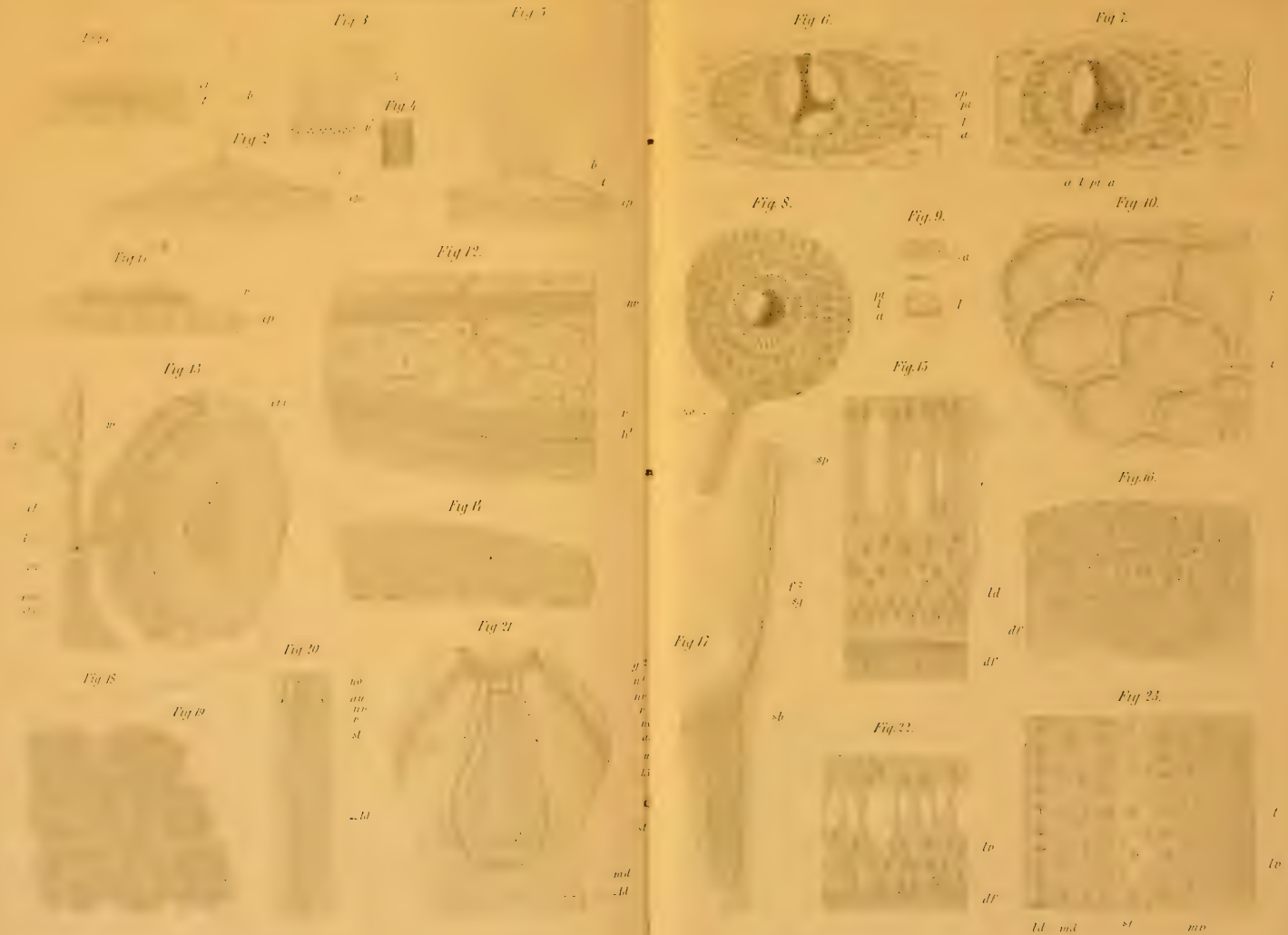
Fig. 19. Keimepithel des Hodens von einer mittelgrossen Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 20. Augen und Geruchsorgan von Sagitta bipunctata. Schwach vergrössert.

Fig. 21. Kopfkappe von Sagitta hexaptera mit Augen und Geruchsorgan isolirt und ausgebreitet. 20mal vergrössert.

Fig. 22. Ventrales Mesenterium des Darms von Sagitta hexaptera. 400mal vergrössert.

Fig. 23. Die Hautdecke der einen Seite von Sagitta hexaptera ausgebreitet um die Anordnung der Tastorgane zu übersehen. 15mal vergrössert.




Gust. Fischer in Jena.

## Tafel V.

Fig. 1. Embryo, bei dem sich der Urmund geschlossen hat, von der Fläche gesehen. 240mal vergrössert.

Fig. 2. Embryo, der sich über die Bauchfläche zu krümmen begonnen hat, von der Rückenfläche aus gesehen, so dass vorderes und hinteres Ende verdeckt sind. 240mal vergrössert.

Fig. 3. Derselbe Embryo in der Seitenansicht. 240mal vergrössert.

Fig. 4. Einmal eingerollter Embryo von der Seite aus gesehen. 240mal vergrössert.

Fig. 5. 4getheiltes Ei von der Polarfurche aus gesehen. 160mal vergrössert.

Fig. 6. 8getheiltes Ei von der Polarfurche aus gesehen. 160mal vergrössert.

Fig. 7. Blastula. 160mal vergrössert.

Fig. 8. Ei in 16 Theilstücke zerfallen. 160mal vergrössert.

Fig. 9. 4getheiltes Ei auf dem optischen Durchschnitt. 160mal vergrössert.

Fig. 10. Eier von Spadella cephaloptera mit Gallertstielen an Algen befestigt. 50mal vergrössert.

Fig. 11. Optischer Querschnitt durch einen sich einkrümmenden Embryo aus der Gegend der Urgeschlechtszellen. 240mal vergrössert.

Fig. 12. Rückenansicht des einmal aufgerollten Embryo, um die Lage der 4 Urgeschlechtszellen zu zeigen. 240mal vergrössert.

Fig. 13. Optischer Querschnitt durch den vorderen Theil des sich einkrümmenden Embryo. 240mal vergrössert.

Fig. 14. Rückenansicht einer ausgeschlüpften, 10 Tage alten Sagitta aus der Gegend, wo sich die 4 Geschlechtsorgane anlegen und sich die Querscheidewand zwischen Rumpf- und Schwanzsegment ausgebildet hat. Rechts ist die Seitenflosse ($f^2$) weggelassen, links zum Theil mit ihrer Basis dargestellt. 400mal vergrössert.

Fig. 15. Optischer Durchschnitt durch einen einmal aufgerollten Embryo aus der Gegend der Geschlechtszellen. 240mal vergrössert.

Fig. 16. Querschnitt durch eine ausgeschlüpfte in Osmiumsäure erhärtete und in Beale'schem Carmin gefärbte Sagittenlarve, aus der Gegend des Bauchganglions. 500mal vergrössert.

Fig. 17. Querschnitt durch dieselbe Larve nahe dem Schwanzende hinter der Anlage der Geschlechtsorgane. 500mal vergrössert.

Fig. 1.

Fig. 2.

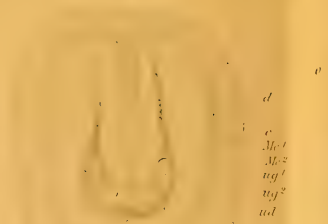



Fig. 3.

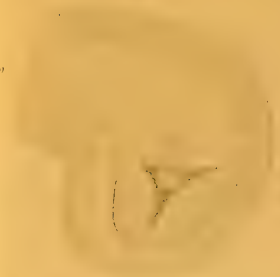



Fig. 4.

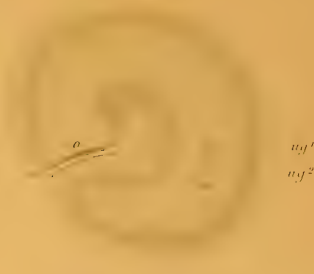



Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

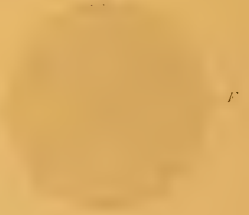



Fig. 10.

Fig. 11.

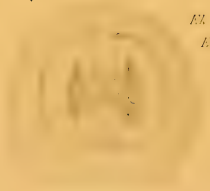



Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

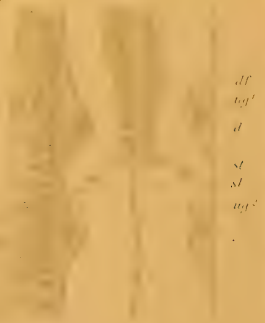



Fig. 15.

Fig. 16.

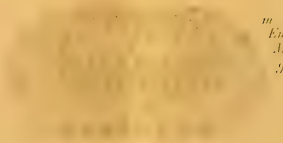
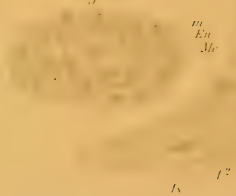



Fig. 17.




C. Hertzer del.

Gust. Fischer

## Tafel VI.

### Entwicklung der kleinen Sagitta.

Da die Sagitta bipunctata und serratodentata gewöhnlich gemischt auftreten, so muss ich es unentschieden lassen, von welcher der beiden Arten die aus den Gläsern herausgefischten, jedesmal zur Beobachtung dienenden Eier abstammten. Alle Figuren sind bei 240-facher Vergrösserung (Zeiss D.Oc$^2$) gezeichnet.

Fig. 1. Eine Hälfte der Blastula beginnt sich in die andere einzustülpen.

Fig. 2. Gastrula.

Fig. 3. Ein weiter vorgeschrittenes Stadium, auf welchem am aboralen Pol der Gastrula im Entoblast die zwei Urgeschlechtszellen durch ihre bedeutende Grösse kenntlich werden.

Fig. 4. Aelteres Stadium. Aus den 2 Urgeschlechtszellen sind durch Theilung 4 entstanden, welche aus der Continuität mit den übrigen Entoblastzellen herausgetreten und in den Urdarm hineingerückt sind.

Fig. 5—12. Eine Reihe auf einander folgender Stadien, auf denen durch Faltenbildung des Entoblasts der Urdarm der Gastrula sich in secundären Darm und Leibeshöhle sondert.

Fig. 5 u. 6 zeigen den Beginn der Faltenbildung. In Figur 5 ist das Ei von der Seite, in Figur 6 vom Rücken aus gesehen.

Fig. 7 u. 8. Die beiden Falten des Entoblasts sind in die Urdarmhöhle weit hineingewachsen. Figur 7 zeigt uns wieder das Ei bei seitlicher Ansicht, Figur 8 gibt die Rückenansicht.

Fig. 9 u. 10. Am aboralen Pol beginnt sich der Ektoblast zur Bildung des bleibenden Mundes einzusenken. Figur 9 Seitenansicht, Figur 10 Rückenansicht desselben Eies.

Fig. 11. Das in Figur 10 in der Rückenansicht gezeichnete Ei vom aboralen Pole aus gesehen. Optischer Durchschnitt durch die aborale Hälfte des Eies.

Fig. 12. Die am aboralen Pol entstandene Mundbucht hat sich in den secundären Darm geöffnet. Rückenansicht des Embryo.

---

Druck von Ed. Frommann in Jena.

Fig 1

Fig 2.

Fig 3.

Fig 4.

Fig 5.

Fig 7

Fig 9.

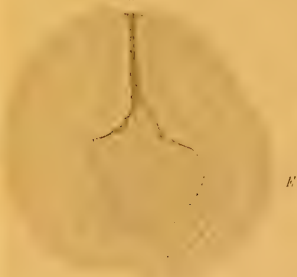


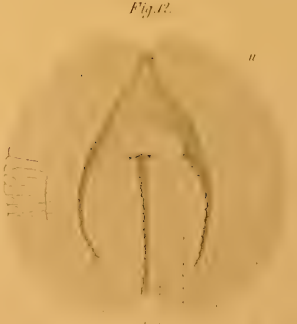

Fig 11

Fig 6

Fig 8.

Fig 10

Fig 12.




Verlag von Gust. Fischer in Jena.